

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ / RESEARCH PAPER

УДК 711.1

DOI: 10.22227/2305-5502.2024.2.113-148

Экологические подходы к формированию общественных приречных пространств как инструмент развития водно-зеленого каркаса города Новокузнецка

Дарья Дмитриевна Андропова, Юлия Евгеньевна Нижегородцева,
Алексей Алексеевич Гудков

Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин);
г. Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Введение. Приречные пространства — сложные объекты, включающие географическую, экологическую, экономическую и социальную системы. Если раньше эти территории в большинстве случаев использовались как часть промышленно-логистической системы, то в последнее время все больше внимания уделяется созданию комфортности городской среды. С целью улучшения состояния экологической среды необходимо провести изучение природных комплексов береговых территорий для снижения антропогенной нагрузки и восстановления природного потенциала. Цель исследования — выявление основных принципов формирования общественных пространств на приречных территориях на примере экологического парка в Новокузнецке как ядра водно-зеленого городского каркаса (ВЗГК). После изучения теоретических научных работ и анализа факторов, определяющих приоритетные направления для различных типов экосистем, ставятся следующие задачи: выявление проблем и особенностей формирования конкретной территории и инфраструктуры экологических парков в составе ВЗГК при минимизации антропогенного воздействия с целью сохранения экосистемы и биоразнообразия; создание теоретической модели природно-экологического каркаса; разработка концептуального решения по формированию экологического парка как значимого природного ядра в структуре ВЗГК Новокузнецка.

Материалы и методы. Исследование базируется на изучении актуальных данных о состоянии территории г. Новокузнецка. После анализа классификаций элементов градостроительного и экологического каркаса и общественно-рекреационных пространств разработана теоретическая модель природно-экологического каркаса.

Результаты. Разработано концептуальное архитектурно-градостроительное решение, основанное на собранных сведениях о прибрежной территории и экосистеме Новокузнецка и составленном SWOT-анализе участка проектирования. Выявлены ключевые принципы формирования общественных приречных пространств и методы их развития, создана модель природно-экологического каркаса, которая представляет собой самостоятельную научную ценность и практическое значение.

Выводы. Разработанные подходы упрощают проектирование экологических и общественно-рекреационных пространств за счет появления четкой структуры, основных воздействующих факторов и принципов создания подобных элементов в городском пространстве.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: водно-зеленый городской каркас, природно-экологический каркас, экопарк, общественное пространство, приречные пространства, экология, техногенное воздействие, экологический коридор, экосистема, зеленая инфраструктура

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Андропова Д.Д., Нижегородцева Ю.Е., Гудков А.А. Экологические подходы к формированию общественных приречных пространств как инструмент развития водно-зеленого каркаса города Новокузнецка // Строительство: наука и образование. 2024. Т. 14. Вып. 2. С. 113–148. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2024.2.113-148

Автор, ответственный за переписку: Дарья Дмитриевна Андропова, andropova@live.ru.

Ecological approaches to the formation of public riverside spaces as a tool for the development of water and green framework of Novokuznetsk city

Daria D. Andropova, Juliya E. Nizhegorodtseva, Alexey A. Gudkov

Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin); Novosibirsk, Russian Federation

ABSTRACT

Introduction. Riverside spaces are complex objects that include geographic, ecological, economic and social systems. Previously, these territories were mostly used as part of industrial and logistics system, but recently more and more attention is paid to the creation of a comfortable urban environment. Therefore, in order to improve the state of the ecological environment, it is necessary to study the natural complexes of coastal areas to reduce anthropogenic load and restore

natural potential. The purpose of the study is to identify the basic principles of the formation of public spaces in riverside areas using the example of an ecological park in Novokuznetsk as the core of the water-green urban framework (WGUF). After a thorough study of theoretical scientific works and analysis of the factors that determine priority areas for various types of eco-spaces, the following tasks are set: identification of problems and features of the formation of a specific territory and infrastructure of ecological parks as part of the WGUF while minimizing anthropogenic impact, in order to preserve the ecosystem and biodiversity; creation of a theoretical model of a natural-ecological framework; development of a conceptual solution for the formation of an ecological park as a significant natural core in the structure of the water-green framework of the city of Novokuznetsk.

Materials and methods. The study was compiled based on the research of current data on the state of the territory of the city of Novokuznetsk. After analyzing the classifications of elements of the urban and ecological framework and public and recreational spaces, a theoretical model of the natural-ecological framework was developed.

Results. A conceptual architectural and urban planning solution was developed based on the collected data on the coastal territory and ecosystem of Novokuznetsk and SWOT-analysis of the design site. The basic principles of the formation of public riverside spaces and methods of their development were identified, a model of the natural-ecological framework was developed, which is of independent scientific value and practical significance.

Conclusions. The developed approaches simplify the design of environmental and public recreational spaces due to the emergence of a clear structure, the main influencing factors and principles for creating such elements in urban space.

KEYWORDS: water-green urban framework, natural-ecological frame, ecopark, public space, riverside spaces, ecology, technogenic impact, ecological corridor, ecosystem, green infrastructure

FOR CITATION: Andropova D.D., Nizhegorodtseva Ju.E., Gudkov A.A. Ecological approaches to the formation of public riverside spaces as a tool for the development of water and green framework of Novokuznetsk city. *Stroitel'stvo: nauka i obrazovanie* [Construction: Science and Education]. 2024; 14(2):113-148. URL: <http://nso-journal.ru>. DOI: 10.22227/2305-5502.2024.2.113-148

Corresponding author: Daria D. Andropova, andropova@live.ru.

ВВЕДЕНИЕ

В последние десятилетия в связи с изменением климатических условий возникла необходимость формирования самостоятельно выделенных городских структур — водно-зеленого городского каркаса (ВЗГК). Они направлены на создание целостной взаимосвязанной пространственной структуры зеленых насаждений, водных объектов и урбанизированных территорий. Основной целью таких каркасов является поддержание здоровой и устойчивой городской среды за счет сочетания зеленых насаждений и водных элементов, позволяющих сформировать оптимальные уровни температуры, влажности, аэрации и солнечной радиации. Кроме того, ВЗГК выполняют рекреационные функции, принимая во внимание допустимое антропогенное воздействие на ландшафт, улучшая связь через зеленые коридоры, пешеходную и велосипедную доступность в рамках проекта, а также выполняя культурную, образовательную и экономическую функции.

Изучение зарубежных научных трудов в сфере экологических процессов позволило выявить подходы к исследованию водно-зеленой инфраструктуры, методы количественной оценки и ранжирования техногенных воздействий, а также варианты сохранения биоразнообразия для достижения цели устойчивого развития.

Рассмотрим современные тенденции научных работ: исследование китайских ученых в г. Шеньчжэнь свидетельствует о том, что экологические источники могут быть идентифицированы виртуально, и экологические сети могут быть значительно оптимизированы путем комбинирования аналитических моделей. Эти результаты служат

методологическим ориентиром для построения экологических сетей и будут полезны для городского планирования и защиты биоразнообразия [1]. Джибананда Гайен и Дебаджит Датта в своей статье для разработки критериев и индикаторов оценки экологического состояния водно-болотных угодий в поймах реки Ичхамати в Индии выявили основные экологические, социально-экономические и институциональные проблемы, оказывающие негативное влияние на состояние биоразнообразия и экосистем водно-болотных угодий методом вычленения основных компонентов давления и их количественной оценки [2].

В научной работе о причинах низкой экологической эффективности восстановительных мероприятий в поверхностных водах Германии речь идет об обнаружении главных всеобъемлющих стрессоров, влияющих на экологическую эффективность восстановительных мероприятий и ранжирование их в соответствии с воздействием на реки в разных масштабах [3].

При оценке состояния зеленого городского каркаса Тегерана произведен анализ количества озеленения на душу населения и площадей зеленых насаждений во всех округах города [4]. Для обсуждения и оценки элементов, отношений разнопланового города интерпретированы многослойные сингулярности Белграда в многомасштабной множественности, выявлены общественные пространства, обладающие потенциалом, и исследованы их возможности улучшения с помощью различных форм искусства [5].

Юйюй Чжоу, Ган Чэнь и Вэйци Чжоу проанализировали различные модели и алгоритмы для совершенствования существующих спутниковых

наблюдений и разработки новых индикаторов мониторинга городской среды [6].

В научном труде «Биофильные “умные города”: роль природы и технологий в повышении устойчивости городов» определены показатели для биофильных и «умных» городов, которые можно использовать совместно для повышения устойчивости их развития. В ходе исследования были установлены ключевые показатели как для биофильных, так и для «умных» городов, и рассмотрены основные принципы и аспекты устойчивости городов, чтобы понять, как это работает, и указать на их взаимосвязь с биофильными интеллектуальными подходами [7].

В исследовании городской сети зеленой инфраструктуры на примере г. Харбин в Китае обсуждается противоречие между городским экономическим развитием и построением сетей зеленой инфраструктуры (ЗИ), а моделирование и оптимизация сетей ЗИ в различных сценариях обеспечивает научную основу для разработки соответствующих стратегий развития и политики защиты окружающей среды [8].

Даррел Чин Фун Тянь, Эндрю Моррис, Мэтью Белл и другие в своей статье смоделировали связанность водосборных бассейнов Каруах-Майалл, лесного ландшафта, фрагментированного матрицей, в которой доминирует пастбищное земледелие. Такой подход дал возможность количественно оце-

нить важность мелкокомасштабных объектов, таких как разбросанные деревья, с точки зрения связности [9]. Большое влияние на характер и содержание данной статьи оказала книга Кен Янг и Алан Дилани [10]. В ней авторы описывают четыре стратегии проектирования, которые можно использовать в сочетании, чтобы достигнуть равновесия между искусственной и естественной средой (рис. 1). Зеленая инфраструктура — это взаимосвязанные сети природных территорий и других открытых пространств. Это зеленые насаждения внутри биома, которые сохраняют ценности природной экосистемы, чистый воздух и воду. Такая система является естественной средой обитания для широкого спектра диких животных.

Авторы отмечают, что важной составляющей ЗИ служат зеленые экокоридоры. Линейные коридоры флоры и фауны соединяют существующие зеленые насаждения и создают новые, более крупные среды обитания. Они формируют новые связи между лесными полосами, водно-болотными угодьями и водными путями. Любая новая ЗИ должна дополнять и усиливать естественные функции того, что уже присутствует в пейзаже. Экоинфраструктура должна иметь приоритет над инженерной инфраструктурой при проектировании. Создавая, улучшая и восстанавливая экологическую связанность окружающей среды, она превращает вмешательство



Рис. 1. Четыре стратегии проектирования в рамках салютотенного и экологического дизайна (авторы Кен Янг и Алан Дилани)

человека в ландшафт из негативного в позитивный поступок.

Также отмечается важность обеспечения не только горизонтальной связности, но и вертикальной. Очевидной демонстрацией горизонтальной связи является обеспечение экологических коридоров, а соединение по непроницаемым поверхностям и дорогам может быть достигнуто с помощью экологических мостов и подземных этажей. Проектирование должно расширять экологические коридоры по вертикали, при этом экоинфраструктура будет затрагивать всю сферу строительства для создания мест обитания на стенах, террасах и крышах [10].

Е.А. Кайсарова в своей статье рассматривает водно-зеленый диаметр Минска через анализ водных систем и озелененных территорий с подсчетом площади на душу населения [11].

Опыт отечественных и зарубежных исследований показывает значимость комплексной оценки территории, анализа климатических, рекреационных и культурных особенностей территории и применения специального программного обеспечения в области климатологии и экологии для моделирования различных сценариев развития территории.

Далее в основу исследования принят проектный опыт нескольких крупных городов.

В Свердловской области утверждено 101 ядро экологического каркаса или ключевых природных территорий. Екатеринбургская агломерация — многолучевая, имеет вид, характерный для агломераций, сложившихся в разветвленном транспортном узле. Современный этап озеленения характеризуется уплотнением застройки, вследствие чего сокращается площадь под озеленение в жилой зоне и уменьшаются площади некоторых парковых массивов. Рекреационные системы Екатеринбургской агломерации формируются рядом с такими природными образованиями, как озера Шарташ, Песчаное, Верх-Исетское водохранилище и р. Исеть, последняя в свою очередь является ключевым элементом водной эколого-рекреационной зоны г. Екатеринбурга [12].

В Астрахани существует проблема отсутствия «связанной» системы рекреационных зон и их нехватка. Многие из существующих природных комплексов испытывают значительную антропогенную нагрузку и изменяются от первоначального природного состояния. Еще одна проблема — низкий уровень озеленения. Среди озелененных городских пространств важнейшую роль в биоклиматическом состоянии города выполняет остров «Городской», он является экологическим оазисом, повторяя дельтовые биотопы пойменных лесов, внутренних озер, открытых пространств и заливных лугов, песчаных кос береговой линии, а также зон водно-болотистых угодий [13].

Один из наиболее интересных и сложных участков урбанизированной среды — Канонерский остров г. Санкт-Петербурга, в котором очевидна необходимость создания определенных связей между природно-ландшафтной составляющей и искусственной антропогенной деятельностью. Остров характеризуется наличием рекреационного потенциала и растительности. Территория имеет выгодное расположение относительно центра города, однако труднодоступна для посещения [14].

В Московской области накоплен большой опыт разработки экологических принципов совершенствования территориальной структуры. Историко-культурный каркас Московской области представляет собой совокупность ценных территорий, являющихся примером среднерусского ландшафта с выразительным рельефом и разнообразным растительным покровом. Объекты культурного наследия связаны визуальными коридорами с ландшафтным окружением и определяют характер развития значительных территорий. Планируемые природно-исторические и экологические территории в комплексе с особо охраняемыми природными территориями (ООПТ) формируют основу природно-экологического каркаса региона, к которому также относятся прочие заселенные территории и водные объекты [15].

В г. Орле для большинства скверов характерна небольшая площадь (до 2 га), близкий к предельному возраст насаждений, все скверы граничат с магистральными дорогами со значительной транспортной нагрузкой. Территориальное расположение определяет негативную динамику состояния урбоэкосистем — растительность подвергается сильному загрязнению выхлопными газами и тяжелыми металлами, воздействию шума от транспорта. Соотношение типов пространственных структур на объекте в большинстве случаев не соответствует градостроительным требованиям [16].

В Пензе зеленые насаждения всех типов использования сконцентрированы в центре города и в районе Западной поляны. Площадь благоустроенных озелененных территорий в соотношении с площадью территорий промышленных предприятий и жилой застройки невелика. Большую часть всех зеленых пространств занимают приграничные лесные массивы и территории степей, луга и сельскохозяйственные поля, не включенные в общий природно-градостроительный каркас. На территории города присутствует довольно большая лесополоса, а также парки и скверы, климатический курорт Ахуны, другие заповедники и ООПТ [17].

На территории Перми особое место в системе озеленения города занимают водные объекты. Водно-зеленые радиусы пронизывают город в разных направлениях. Индустриальная составляющая городской ткани уничтожила часть «зеленых коридоров», обеспечивающих выход к околородным пространствам. Уплотнение застройки, организация

транспортных узлов и изменение функционального наполнения прибрежных зон сократили часть «зеленых коридоров». Большинство из водных источников по классификации относятся к «загрязненным, грязным и очень грязным» [18].

В.И. Гомозов в своей статье проанализировал одну из попыток городских властей сформулировать общие подходы к реконструкции «серого пояса» Санкт-Петербурга. Исследование сосредоточено на выявлении в проектах принципов и подходов к формированию зеленого каркаса этих территорий, его непрерывности и устойчивости [19].

Помимо анализа экологических аспектов в проектировании зеленых общественных пространств, важным фактором служит учет социальных аспектов в градостроительном развитии. С.Х. Исмаилова, А.В. Сивцев и Ю.А. Закирова в своей работе о формировании рекреационно-туристических кластеров анализируют инфраструктуру обслуживания туристов и выявляют принципы устойчивого градостроительного развития рекреационно-туристической системы Якутии [20].

Был проведен анализ различных факторов влияния на комфорт парковой городской среды [21]. Изучен подход архитектурной сценографии с точки зрения средового дизайна [22]. Исследована терминология в области экологического проектирования [23]. Рассмотрены аспекты активации культурной привлекательности территории в рамках стратегии бренда города [24]. Также авторы статьи ознакомились с принципами проектирования экологических парков [25].

Доктор философских наук О.Н. Яницкий исследовал развитие российской экологической культуры в XX в. и выделил четыре ключевых этапа: начальный период (1917–1929 гг.); период застоя (1929–1960 гг.); период укрепления (1960–1985 гг.); период изменений (1985–1999 гг.) [26].

Соответственно стоит обратить внимание на законодательные требования РФ по экологическому проектированию, которые авторами настоящего исследования разделены на следующие этапы:

1. Зарождение экологического законодательства (1950–1970 гг.) — разработка первых нормативных документов.

2. Развитие экологического законодательства (1971–1990 гг.) — развитие полноценной законодательной базы.

3. Становление экологического законодательства (1991–2010 гг.) — формирование окончательных нормативно-правовых актов и условий для нового подхода к экологическому проектированию.

4. Переосмысление экологического законодательства (2011–2021 гг.) — переход на межгосударственные «зеленые» стандарты серии ГОСТ Р [27].

2017 г. в истории экологического развития страны считается одним из самых важных. Указом Президента Российской Федерации от 05.01.2016

№ 7 2017 год объявлен в России Годом экологии¹. Стартовали нацпроекты «Экология», «Генеральная уборка», «Чистый воздух».

В феврале 2021 г. начался российско-французский проект «Водно-зеленый городской каркас» под руководством Минстроя РФ, это значимый этап нового взгляда на городскую среду². Ученые и работники администраций перешли от теоретических исследований к практическим вопросам городской экологии на уровне разработки нормативных указаний. Это первый шаг к комплексному формированию экологической среды города вместо рассмотрения отдельных аспектов, таких как экология водоемов, мониторинг озеленения, флоры и фауны в городских парках.

В России существуют различия в трактовке терминов, относящихся к концепции ВЗГК, однако большинство авторов соглашаются с определением, утвержденным Министерством строительства РФ: «Водно-зеленый городской каркас (ВЗГК) — это совокупность соединенных между собой городских территорий с растительным покровом и городскими водоемами, включенными в городскую среду. Это могут быть как естественные, природные объекты, так и искусственные. К ним относятся скверы, клумбы, парки, лужайки, водоемы, реки. Основная задача каркаса — обеспечение комфорта и создание рекреационных зон, микроклимата города, улучшение экологии»².

В 2019 г. в Кемеровской области принят закон «Об экологическом образовании и формировании экологической культуры»³.

С целью минимизации техногенного влияния на природу региона в 2024 г. вступила в силу государственная программа Кемеровской области – Кузбасса «Природопользование и охрана окружающей среды». Оценка текущего состояния экологии в регионе: «К числу основных экологических проблем по-прежнему относятся: загрязнение атмосферного воздуха; загрязнение и истощение водных объектов; образование отходов производства и потребления; загрязнение и деградация почвенно-земельных ресурсов; снижение биологического разнообразия Кемеровской области – Кузбасса, увеличение числа

¹ О проведении в Российской Федерации Года экологии : Указ Президента Российской Федерации от 05.01.2016 № 7. 2016. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40400>

² Подведены итоги первого года работы российско-французского проекта «Водно-зеленый городской каркас» // Минстрой России. 2021. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/podvedeny-itogi-pervogo-goda-raboty-rossiysko-frantsuzskogo-proekta-vodno-zelenyy-gorodskoy-karkas/>

³ Закон Кемеровской области – Кузбасса от 24.12.2019 № 165-ОЗ // Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов. 2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561652582?ysclid=lvf85urtsh408864254>

редких и исчезающих видов животных, растений и грибов; низкая экологическая культура населения»⁴.

В рамках действующих государственных и региональных программ, направленных на восстановление благополучия природных компонентов региона, открывается возможность создания и укрепления ВЗГК Новокузнецка. В связи с этим обретает актуальность выявление основных экологических подходов к формированию ВЗГК и принципов развития общественных приречных пространств в рамках комплексного подхода по сохранению и восстановлению природных ландшафтов и разработки концептуального решения для рассматриваемого региона с применением этих подходов и принципов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Учтен российский и зарубежный опыт проектирования общественных приречных территорий в контексте устойчивого развития, на основе этого проведен тщательный градостроительный и социальный анализ Новокузнецка, выделены основные элементы ВЗГК, смоделированы форматы элементов каркаса, типы объектов экотуризма. На базе разработанных классификаций методом структурного анализа территории с помощью 3D-моделирования разработана концепция общественного пространства в пойме р. Томь в центральном районе Новокузнецка.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Если в городе есть несколько водных объектов, занимающих важное место в его архитектурно-планировочном каркасе и системе природных компонентов, как в г. Новокузнецке Кемеровской области, где реки Томь, Аба, Кондома и долины прочих малых рек проникают в город с разных сторон, это свидетельствует об актуальности принципов непрерывности озеленения и его взаимосвязи с открытыми пространствами разного уровня, на которых строятся такие системы. В градостроительных концепциях следует изучать территории, где пересекаются разные виды ландшафтов и/или функциональные зоны, которые служат неактивными областями в городе из-за их неблагоприятного положения и отсутствия необходимой инфраструктуры, что приводит к отсутствию интереса у горожан.

В Новокузнецке, одном из крупнейших городов Кузбасса по площади и вторым по численности населения, а также самом старом городе Кемеровской области, который является важным центром экономики, транспорта и культуры в Сибири, ситуация с окружающей средой считается неблагоприятной из-за его специализации как одного из крупнейших

металлургических и угледобывающих районов России. По результатам Национального экологического рейтинга, отражающего события в сфере экологии с 1 декабря 2023 г. по 29 февраля 2024 г., Кемеровская область занимает 71-е место из 84 возможных⁵. Этот низкий результат связан с наличием в области большого количества крупных промышленных предприятий, поэтому возникают серьезные проблемы с водоемами. Остро стоит вопрос обеспечения региона питьевой водой. Наблюдается критическое уменьшение малых рек. Только за последние 30 лет из 905 рек в Кузбассе в результате хозяйственной деятельности уничтожено около 200, которые ранее питали чистой водой главную водную артерию региона — р. Томь [28].

Территория Новокузнецка находится под сильным техногенным воздействием, что связано не только с непосредственной близостью к жилым кварталам крупных металлургических и угледобывающих производств, но и с географическим положением. Город расположен в низине, окруженной горными хребтами, в связи с чем над городом образуется смог из загрязняющих веществ. Общая площадь земель рекреационного значения составляет 9781 га, из них 7803 га — городские леса⁶. На душу населения приходится 69 м² озеленения, это хороший показатель, в несколько раз превышающий регламентированное минимальное значение.

Проанализировав с помощью спутниковых снимков актуальное состояние Новокузнецка на предмет количества зеленых насаждений и их концентрацию, можно сделать вывод, что, несмотря на хорошую обеспеченность зелеными насаждениями, наблюдается сильная фрагментация, обусловленная темпами индустриального развития и сложившейся застройкой города (рис. 2). Наибольшее сосредоточение крупных лесных массивов приходится на Орджоникидзевский и Куйбышевский районы, наименьшее на Кузнецкий и Новоильинский. В центральном районе лесные кластеры располагаются неравномерно. Озеленение сосредоточено на северо-западе и юго-востоке района, в то время как в центральной части отсутствуют большие озелененные территории.

Геоморфологические элементы, такие как водоразделы и речные долины, имеют значительное воздействие на экологию и климат города. Река Томь приближается к Новокузнецку с северо-востока, поворачивая на запад, и в центре города резко меняет свое направление на северо-восток. С юга в город заходит р. Кондома, с запада — р. Аба (рис. 3). Главная водная магистраль города р. Томь в централь-

⁵ «Национальный экологический рейтинг регионов РФ» по итогам зимы 2023–2024 г. // Зеленый патруль. 2024. URL: <https://greenpatrol.ru/tpost/86a9zxhcr1-natsionalnii-ekologicheskii-reiting-regi>

⁶ Доклад о состоянии окружающей среды города Новокузнецка за 2021 год. 2022. URL: https://eko-nk.ru/user_images/File/%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%93%D0%9E%D0%92%D0%AB%D0%99%202021.pdf

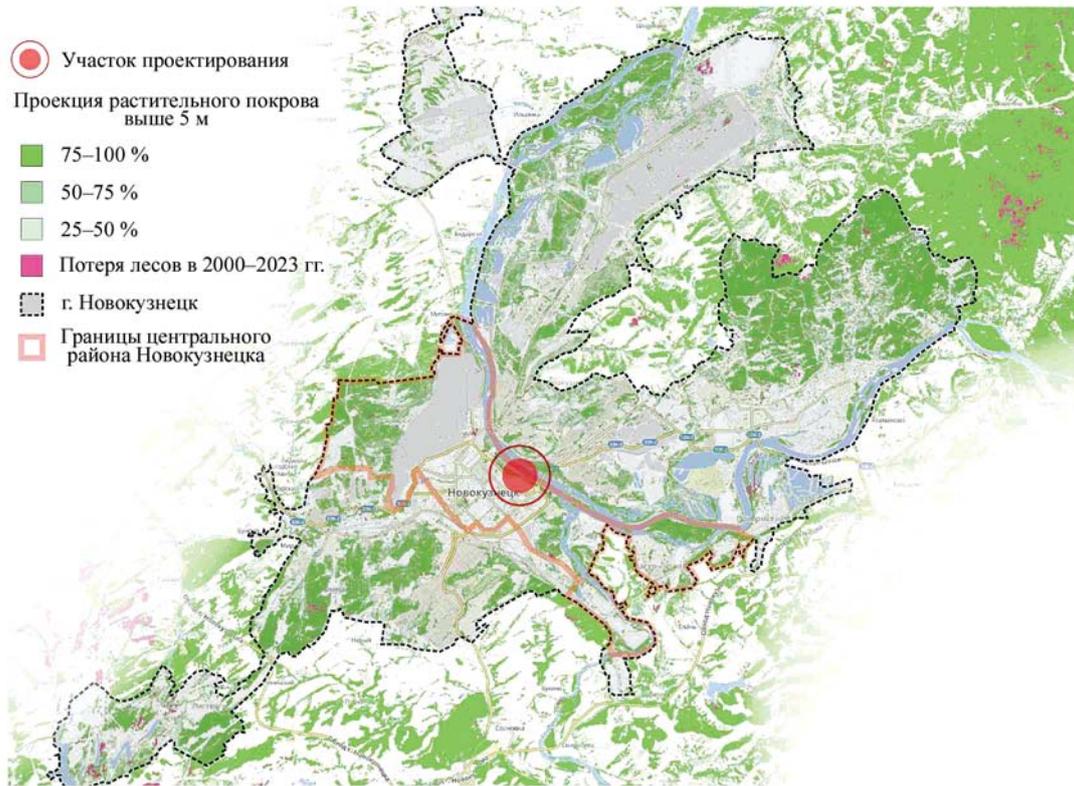


Рис. 2. Лесной покров Новокузнецка (автор Д.Д. Андропова)

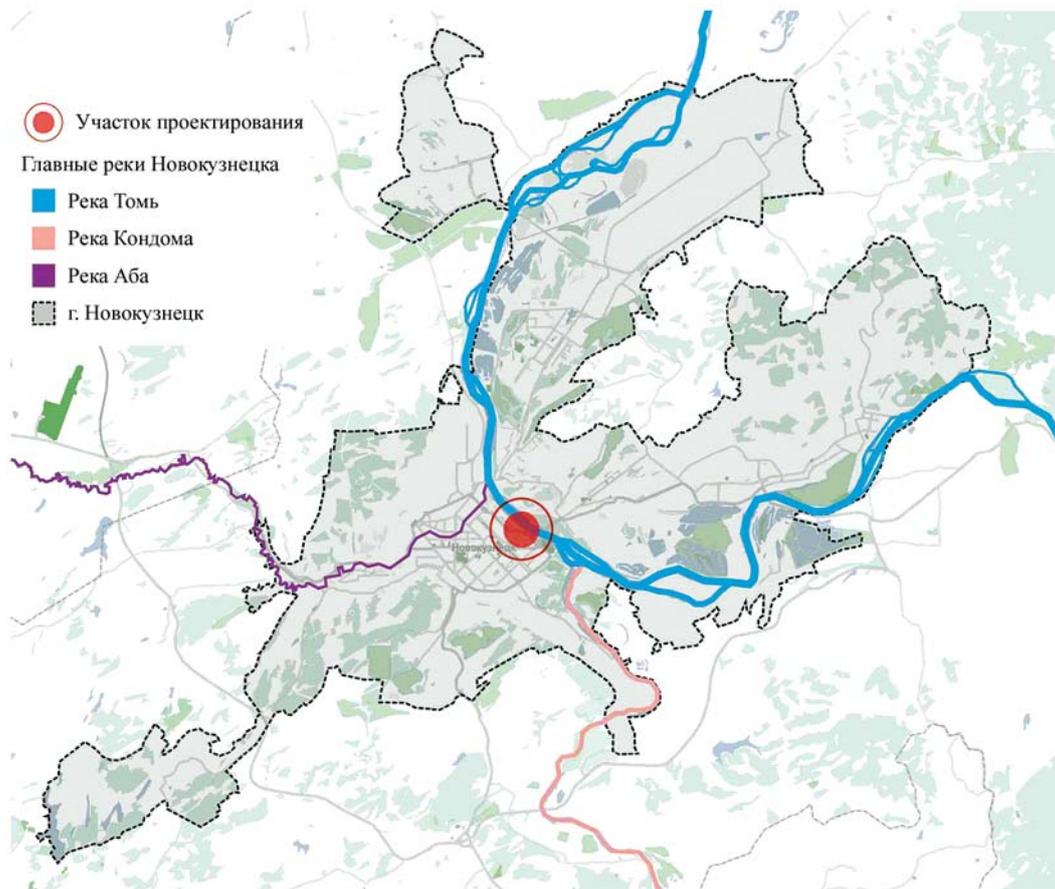


Рис. 3. Крупные реки Новокузнецка (автор Д.Д. Андропова)

ной части Новокузнецка в устье р. Кондома меняет свой тип с горного на равнинный.

Изучив расположение озеленения в черте Новокузнецка, можно отметить крупные лесные кластеры города, структурировав их по экологическому состоянию и расположению относительно водной инфраструктуры, и выделить фрагменты речных акваторий, где обнаруживается нарушение связности (рис. 4). Состояние водно-зеленого каркаса р. Томь в границах Новокузнецка можно охарактеризовать как удовлетворительное. В Орджоникидзевском районе наблюдается крупный разрыв каркаса и наличие зеленого кластера со значительными лесными потерями. Хорошая связность отмечается на севере города в Заводском районе, но экологическая устойчивость нарушается соседством с обширной промышленной зоной. Также к северу от устья р. Абы вдоль левого берега Томи отсутствует зеленый коридор, и в связи с непосредственным выходом к реке крупной техногенной зоны влияние негативных факторов воздействия на «голубую» магистраль становится критически высоким. Состояние защищенности р. Кондома, несмотря на большое количество лесных кластеров вдоль берегов, усугубляется расположением производственного объекта в непосредственной близости от реки и наличием разрыва ВЗГК у ее устья. Существенно хуже оценивается ВЗГК р. Аба, берега которой

вблизи впадения в Томь на протяжении полутора километров укреплены бетонными откосами, что негативно сказывается на видовом составе биоценоза водной артерии. Нетронутые поймы рек с сохранением естественной экосистемы способствуют образованию тени и, таким образом, обеспечивают постоянный температурный режим, комфортный для обитателей водной системы. Также от устья реки по ее периметру в сторону юго-запада отсутствует экологический коридор, который необходим для поддержания стабильности состава биосообщества, такое положение усугубляется негативным техногенным влиянием промышленной зоны, располагающейся вблизи впадения реки в Томь.

Важную роль в сохранении и восстановлении ВЗГК играют ограничительные меры в законодательной сфере по использованию ценных природных территорий. В Новокузнецке располагаются три ООПТ, сосредоточенные в одном месте, в самом центре города на берегу р. Томь (рис. 5), а также на севере и востоке города в акватории р. Томь установлены нерестоохраняемые зоны. Кроме того, в лесном массиве на левом берегу Томи недалеко от ООПТ были замечены редкие хищные пернатые из Красной книги Кемеровской области⁷.

⁷ ЛВПЦ Кемеровской области // hcvf. URL: <https://hcvf.ru/ru/maps/hcvf-kemerovo>

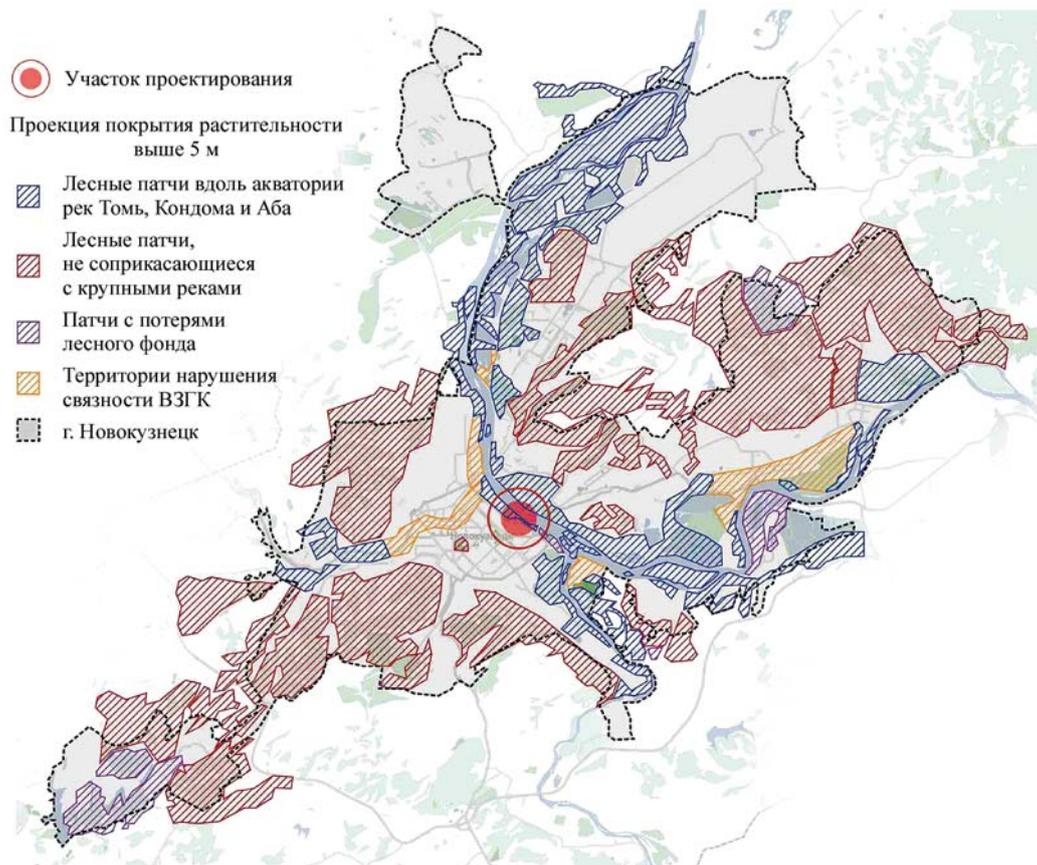


Рис. 4. Крупные лесные патчи Новокузнецка (автор Д.Д. Андропова)

Наиболее озелененным является центральный район города. Площадь зеленых насаждений общего пользования в районе составляет 125,41 га. Обеспеченность зелеными насаждениями в центральной части города составляет более 14 м² на одного жителя⁶. Кроме того, значительную часть площади района занимает промышленная зона, располагающаяся на северо-западе города. Учитывая розу ветров, в течение года преобладающим становится западный ветер, вследствие чего колоссальная часть города подвергается техногенному воздействию со стороны промышленной территории (рис. 6). Под негативное влияние из-за распределения ветровых потоков попадают и крупные участки рек Томь и Аба и особо охраняемые природные территории.

Изучение состояния береговых зон как неблагоустроенных и загрязненных создает условия для формирования городской сети водно-зеленых ядер. Небольшие реки проникают сквозь городскую структуру в различных направлениях, что позволяет объединить районы в единую систему. Учитывая фрагментарность и изолированность зеленых зон, а также большое количество обширных прибрежных территорий, особое внимание следует уделить объединению природных единиц в единый ВЗГК.

В рамках формирования ВЗГК Новокузнецка в исследовании предлагается авторское проектное

решение по созданию крупного экологического и культурного центра на берегу р. Томь. Участок проектирования выбран в связи с предпринятым авторами изучением и оценкой связности зеленого каркаса города. Территория проектирования расположена в центре города на левом берегу главной водной магистрали в месте обитания редких пернатых хищников. Расположение рассматриваемого участка в каркасе города уникально — оно является ядром, объединяющим новый и старый центры города (рис. 7).

На правом берегу располагается крупный лесной массив, где сконцентрированы крупные экологические и историко-культурные памятники: Кузнецкая крепость, экологическая тропа, экопарк и памятник природы парк «Топольники» (рис. 8).

На левом берегу расположен современный центр города — место концентрации коммерческой, культурной и развлекательной деятельности. Такая позиция в структуре города позволяет предположить, что участок имеет огромный социальный, культурный и экологический потенциал, а также станет важным центром притяжения населения (рис. 9). Кузнецкая экологическая тропа — уникальный маршрут в Кузнецке, располагающийся в центре промышленного города, который играет важную роль в создании благоприятной экологиче-

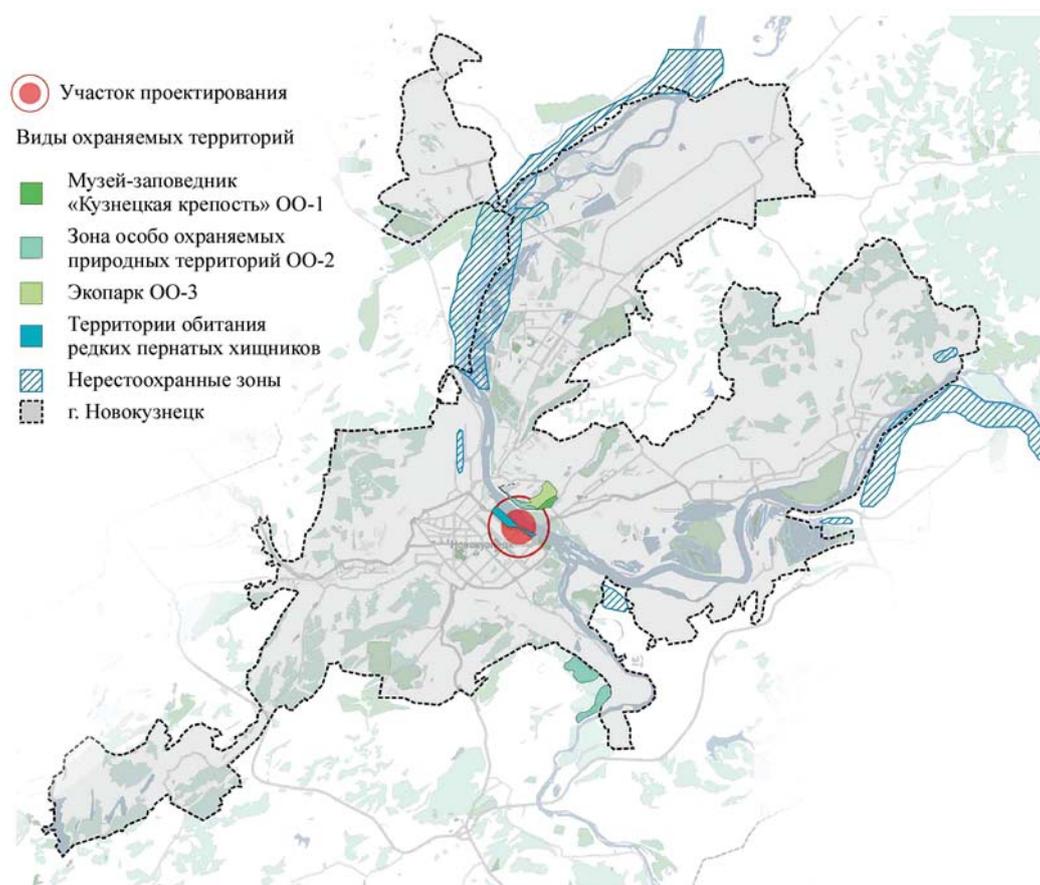


Рис. 5. Зоны особо охраняемых природных территорий и объектов Новокузнецка (автор Д.Д. Андропова)

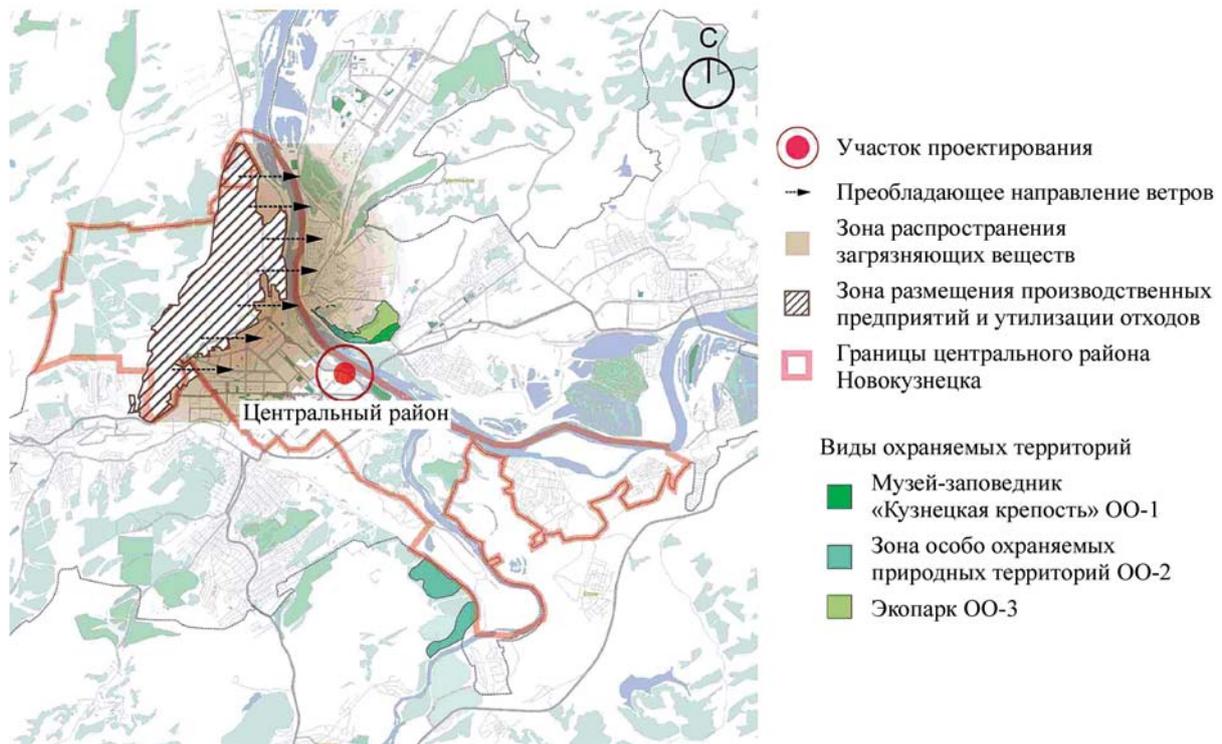
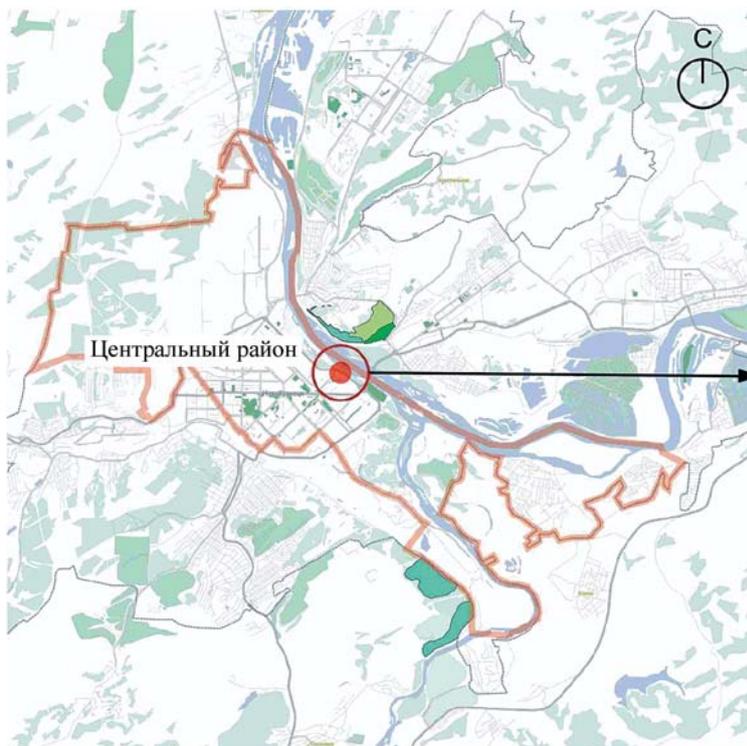
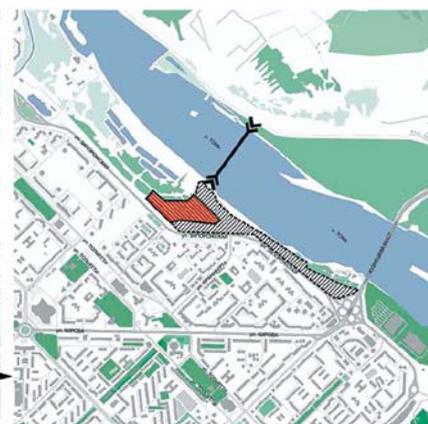


Рис. 6. Схема распространения техногенного воздействия (автор Д.Д. Андропова)

Схема района



Участок проектирования



- Участок под парк и набережную
- Участок под multifunctional культурный центр
- Границы центрального района Новокузнецка
- Многофункциональный пешеходный мост

- Виды охраняемых территорий
- Музей-заповедник «Кузнецкая крепость» ОО-1
 - Зона особо охраняемых природных территорий ОО-2
 - Экопарк ОО-3

Рис. 7. Схема района и участка проектирования (автор Д.Д. Андропова)



Рис. 8. Правобережный историко-природный кластер (автор Д.Д. Андропова)

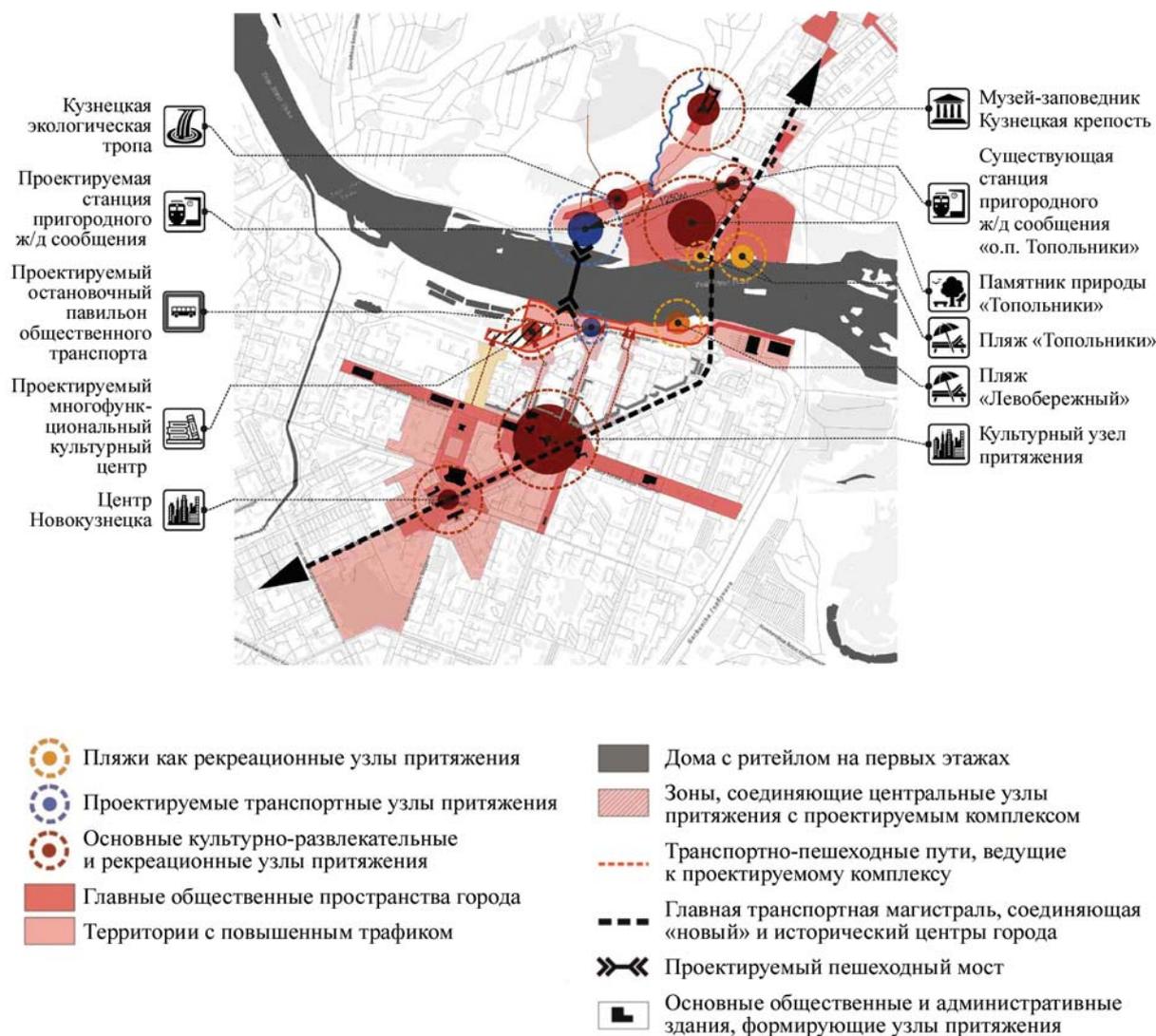


Рис. 9. Схема основных узлов притяжения (автор Д.Д. Андропова)

ской обстановки. Здесь можно найти удивительные природные и культурные достопримечательности, а также провести время с пользой, сочетая обучение и отдых. Экотропа проходит по правому берегу р. Томь в районе Кузнецкой крепости и имеет форму кольцевого маршрута.

Анализируя сложившуюся систему экопарков и общественных озелененных территорий в речной акватории р. Томь, можно сказать, что рассматриваемый участок служит продолжением городской на-

бережной и вместе с крупнейшим в городе экологическим лесным массивом на территории Кузнецкой крепости формирует зеленый коридор вдоль реки, тем самым снижая антропогенное воздействие загрязнений на обитателей природных ландшафтов (рис. 10).

В ходе исследования на основании экологических показателей, выявленных особенностей и проблем территории составлен SWOT-анализ, который показывает важность разработки ВЗГК города (табл. 1).



Рис. 10. Схема центров притяжения (автор Д.Д. Андропова)

Табл. 1. SWOT-анализ проектируемой территории

SWOT-анализ			
Слабые стороны	Сильные стороны	Угрозы	Возможности
Затопляемая территория	Расположение в центре города	Большой срок окупаемости	Данный участок может стать ядром, объединяющим новый и старый центр города, формируя систему взаимодополняемых узлов притяжения
Близкое расположение ЛЭП к участку проектирования	Близость к экономическому и культурному центрам города	Риск нарушения существующей экосистемы прибрежных территорий при ненадлежащих условиях строительства	Участок имеет огромный социальный, культурный и экологический потенциал, а также может стать важным центром притяжения населения
Дороговизна реализации	Примыкание к главной водной артерии города	Риск банкротства спонсоров из-за долгого срока строительства в условиях нестабильности экономики	Участок служит продолжением городской набережной и вместе с крупнейшим в городе лесным массивом на территории Кузнецкой крепости формирует экологический коридор вдоль реки, тем самым снижая антропогенное воздействие загрязнений на человека и главную городскую водную артерию р. Томь

Окончание табл. 1

SWOT-анализ			
Слабые стороны	Сильные стороны	Угрозы	Возможности
Отсутствие общественного транспорта вдоль участка	Участок проектирования находится в густом лесном массиве, обладающим большой природной ценностью	Снижение комфорта жизни фауны из-за повышения посещаемости экопарков	Формирование экокластера в центре города сможет повысить интерес горожан к проблемам экологии и истории своего города
Высокая загазованность района проектирования	Расположение рядом с городской набережной	Быстрое понижение интереса к комплексу при несоблюдении надлежащих условий эксплуатации	–
Тяжелая техногенная обстановка в городе	Близость к памятникам природы «Топольники» и «Кузнецкая экотропа»	–	–
Сложные условия строительства из-за высокого природного потенциала участка	Хорошая транспортная доступность	–	–
Дорогие условия эксплуатации объекта	Соседство с крупными центрами притяжения населения	–	–
–	Пологий рельеф на участке	–	–

В результате анализа выявлено, что территория обладает потенциалом для развития, но существует ряд ограничений, которые можно решить с помощью определенных подходов, а именно:

1. Полифункциональности — создание различных по функциональному наполнению пространств, которые имеют свойство трансформироваться по актуальному запросу общества.

2. Ступенчатости — разведение разных функциональных зон на несколько уровней с учетом сезонности мероприятий, удобства коммуникации между основными узлами общественного пространства и обеспечения безопасности транспортных манипуляций.

3. Адаптивности — создание многофункциональных зон, способных меняться, учитывая контекст мероприятий, их сезонность, экономические, природные, социальные изменения в обществе.

4. Координированности — обеспечение гармоничного внедрения природных единиц в городскую среду и объектов урбанизации в природную среду.

5. Доступности — обеспечение безопасного, быстрого и удобного доступа для всех групп посетителей.

6. Экологичности — сохранение природного потенциала водных и лесных ресурсов, минимизация антропогенного воздействия в рамках устойчивого развития территории.

7. Уникальности — создание собственного дизайн-кода пространства, запоминающихся объектов, которые станут визитной карточкой данного места.

8. Встраиваемости/интегрированности — учет окружающей застройки и культурного кода при включении объекта в существующую среду, бережное сохранение исторического наследия города.

9. Демократичности — организация пространства, учитывающего интересы и возможности всех слоев общества.

10. Устойчивости — способность сохранять экономическую и экологическую стабильность для поддержания комфортного функционирования местной экосистемы и общества.

11. Безопасности — обеспечение комфортного и защищенного пребывания посетителей на территории общественного пространства.

12. Просвещения — транслирование экоповестки, передача знаний о важности сохранения окружающей среды, повышение уровня экологической осознанности населения.

Для развития приречных пространств авторами предлагаются следующие методы:

1. Минимизация антропогенного воздействия на существующую экосистему. Регулирование людских потоков на территории для создания комфортных условий проживания флоры и фауны. Ор-

ганизация буферных зон, защищающих приречную территорию от транспортного шума и пыли.

2. Обновление главных узлов притяжения: восстановление и развитие главных востребованных точек концентрации посетителей.

3. Инфраструктурная многофункциональность. Внедрение в монофункциональные территории второстепенных функций, которые помогут разнообразить досуг и привлечь больше потенциальных посетителей.

4. Интеграция медиапространств. Применение новых технологий и искусственного интеллекта, наличие взаимодействия человека с виртуальным миром.

5. Совмещение функций культурного и экологического просвещения.

6. Создание единой системы водно-зеленых ядер, объединяющихся в единый ВЗГК.

При формировании ЗИ города, обеспечивающей экосистемные услуги и повышающей качество жизни жителей, необходимо учитывать не только создание комфортной городской среды, но и другие показатели. Предложенные методы развития приречных пространств включают этапы формирования ВЗГК:

1. Создание актуального реестра растительности: анализ всей флоры на участке, формирование электронных паспортов каждой природной единицы.

2. Перепись всей фауны: анализ проживающих на территории рыб, птиц и животных, их миграций и мест обитания.

3. Тщательное изучение и оценка состояния береговых линий, предложения по их укреплению.

4. Оценка влияния флоры на воздушную среду, составление реестра необходимых новых насаждений по их экосистемным функциям.

5. Оценка влияния флоры на водные процессы, очистку воды, распределение водостока.

6. Анализ состояния водных ресурсов, их богатство и ареал обитания животных. Создание реестра сезонных паводков по их частоте, масштабу и зависимости от природных явлений.

7. Оценка качества почвы, предложения для улучшения ее плодородных качеств.

8. Определение восприимчивости территории к неблагоприятным техногенным воздействиям.

9. Оценка объемов работ по содержанию растительности в благоприятных условиях в период эксплуатации объекта.

10. Создание событийной программы эксплуатации объекта в зависимости от времени суток и сезона.

11. Анализ потенциальных посетителей по возрасту, интересам и группам мобильности.

По результатам анализа формирования водно-зеленого каркаса и организации общественных приречных пространств выявлены основные структурные элементы природно-экологического каркаса, подходы к его формированию на разных этапах проектирования, факторы воздействия на каркас. Также предложена схема разработки концепции, типы объектов экотуризма и принципы проектирования экологического парка (табл. 2).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ И ОБСУЖДЕНИЕ

В рамках проделанной работы на основе выделенных экологических подходов и методов проектирования общественных приречных пространств разработана концепция развития общественного пространства с благоустройством экопарка на приречной

Табл. 2. Природно-экологический каркас. Все аспекты (автор Д.Д. Андропова)

ПРИРОДНО-ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ КАРКАС					
ПРИНЦИПЫ ФОРМИРОВАНИЯ	ОСНОВНЫЕ СТРУКТУРНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАРКАСА				<ul style="list-style-type: none"> • идеология и методология создания мест рекреации; • функциональные и технологические ограничения; • мощность, плотность освоения территории (заложенные в концепте комплекса); • социальные особенности; • культурные особенности; • региональные особенности; • национальные особенности и установки, оказывающие влияние на жизненные процессы.
ТЕРРИТОРИАЛЬНОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ	Типы основных блоков экологического каркаса				
	Крупно-ареальные базовые резерваты	Линейные блоки — экологические коридоры	Точечные (локальные местные) элементы	Буферные зоны	
Типы основных блоков экологического каркаса: <ul style="list-style-type: none"> • крупноареальные базовые резерваты; • линейные блоки — экологические коридоры; • точечные (локальные местные) элементы; • буферные зоны 	Виды объектов экологического каркаса				
	Национальные и природные парки, заповедники, заповедные урочища, заказники (постоянные, временные сезонные), леса 1 и 2 групп (сейчас – резервные и защитные леса)	Русла и поймы крупных рек, долины малых рек и водотоков, водоразделы (и особенно водораздельные леса), озелененные коридоры транспортной и инженерно-технической инфраструктуры, защитные лесопосадки	Памятники природы различного профиля, зеленые зоны небольших населенных пунктов, водопады, ключи, охраняемые объекты неживой природы, памятники истории и культуры	Водоохранные зоны, охранные зоны ООПТ, курортные зоны и зоны охраны бальнеологических объектов и др., санитарно-защитные зоны, шумовые и другие зоны дискомфорта, охранные зоны водозаборов	

ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ	Структура градо-экологического каркаса				ВНЕШНИЕ
	Элементы мезоуровня		Элементы макроуровня		
<ul style="list-style-type: none"> сады, парки, лесопарки; скверы, бульвары и зеленые насаждения улиц, набережных и площадей; насаждения, расположенные внутри жилой, общественной, промышленной застройки; насаждения санитарно-защитного и общественного назначения (ветрозащитные полосы и бульвары, шумо- и газозащитные полосы, насаждения, расположенные на территории санитарно-защитных зон промышленных предприятий, больничных комплексов) 	Зеленое кольцо		Зеленый радиус		↑ ФАКТОРЫ ↓
	Водно-зеленая дуга		Зеленые ядра		
	Водно-зеленый диаметр		Водно-зеленые коридоры и зеленые связи		
	Зеленые клинья		Элементы локального (микро) уровня		
ОБЪЕКТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ	Форматы элементов каркаса				
	Общественные открытые пространства	Экологические зоны	Синяя + зеленая инфраструктура	Рабочие и продуктивные рекреационные зоны	Переходные Ландшафты
Анализ конкретных объектов территории по критериям: <ul style="list-style-type: none"> месторасположение; природные условия; зонирование; функциональное наполнение; соотношение функций; соотношение материалов и компонентов среды; экологический подход; анализ маршрутов; Дизайн-код места 	Места для отдыха, общественной жизни и мелко-масштабного выращивания продуктов питания	Луга и леса, обеспечивающие комфортную среду обитания флоры и фауны и другие экологические блага	Рекреационные зоны, очищающие ливневые воды и воздух	Рекреация, где генерируют новые знания, воспроизводят энергию, продукты питания и создают новый городской опыт	Временные места рекреации, очищающие почву и открывающие новые формы общественной жизни и творческих проявлений
	<ul style="list-style-type: none"> детские площадки; окрестные парки; спортивные площадки; региональные парки; площади; центры отдыха; тропы/зеленые дорожки; городские сады; фермерские рынки 	<ul style="list-style-type: none"> природные парки; промышленные природные парки; быстрое лесовосстановление; экологическая преемственность; поймы рек 	<ul style="list-style-type: none"> крупные озера; небольшие пруды-отстойники; инфильтрационный парк; заболоченная местность и инфильтрация; придорожные пруды (вдоль широких дорог); буферные зоны зеленой промышленности; парки с системой минимизации углеродного следа 	<ul style="list-style-type: none"> исследовательский ландшафт; городская ферма; аквакультура и гидропоника; выращивание водорослей и злаковых культур; энергоэффективные поля или леса; усадьбы; кемпинги 	<ul style="list-style-type: none"> зоны для проведения мероприятий; восстановление полей или лесов; арт-пейзажи; городские луга

территории р. Томь и пешеходного «обитаемого» моста через р. Томь в Новокузнецке. В перспективе развития приречных территорий рассматриваемый участок имеет большой потенциал для создания единого ВЗКГ. Предлагаемая концепция объединяет крупные лесные массивы приречной территории главной во-

дной артерии Новокузнецка в единую систему экоридоров, создавая в самом центре индустриального города культурный, экономический, экологический и развлекательный кластер, который может стать главным центром притяжения в регионе и обеспечит координированность за счет гармоничного внедре-

ния природных ландшафтов в урбанизированную среду. Проект предусматривает общий дизайн-код всей территории, который прослеживается в цветовой гамме, малых архитектурных формах одной стилистики, и применение единых отделочных эко-материалов. Разработанный кластер в перспективе благоприятно повлияет на экологическую обстановку в городе, повысит уровень заинтересованности населения в сохранении природных ландшафтов и увеличит уровень экономической привлекательности. Концепция разработана в рамках устойчивого развития, что обеспечит экономическую и экологическую стабильность.

На рассматриваемой территории, придерживаясь подхода полифункциональности, предлагается размещение крупного культурно-образовательного центра, экопарка и многофункционального пешеходного моста на правый берег р. Томь. Концепция предусматривает сохранение редкого инвазивного вида растительности — черных тополей. «Вертикальность» решения посредством формирования экопарка в двух уровнях. Нижняя терраса решена в виде прогулочных троп в природных древесных материалах с размещением на открытых полянах экологических станций и площадок с экостендами и детским оборудованием, куда внедряется взаимодействие с водой. Наличие таких площадок позволит повысить заинтересованность горожан в проблемах экологии и сохранении природных уголков города, а также привить детям интерес к природе. Почва засажена разнообразными злаковыми культурами, которые вместе с тополями производят фильтрацию воды в реке во время сезонных паводков.

Верхняя терраса из-за сильных паводковых затоплений представляет собой поднятые на 7 м над землей тропы, расположенные между деревьями. На них запроектированы смотровые и детские площадки, места отдыха и энергоэффективные эко-отели с видом на р. Томь (рис. 11). Все элементы концепции решены в рамках адаптивности: каждый элемент способен меняться, учитывая контекст мероприятий, их сезонность, экономические, природные и социальные изменения в обществе.

Безопасный, быстрый и удобный доступ для всех групп посетителей обеспечивается путем проектирования безбарьерной среды. Доступность и безопасность формируются за счет остановки общественного транспорта в непосредственной близости к культурному центру и наличия надземных переходов, оснащенных лифтами для маломобильных групп населения (МГН), которые располагаются над оживленной автомобильной дорогой вдоль всего участка проектирования. Также весь парк оснащен водонепроницаемыми лифтами для комфортного перемещения между разными уровнями парка.

Концепция предусматривает для всех сооружений класс энергоэффективности А+, что позволит увеличить индекс экологической эффективности (EPI)⁸.

Пешеходный мост решен в виде крупного пешеходного транзита с размещением культурно-выставочного центра и сада с фермой по выращиванию тюльпанов (рис. 12).

⁸ Environmental Performance Index. URL: <https://epi.yale.edu/>

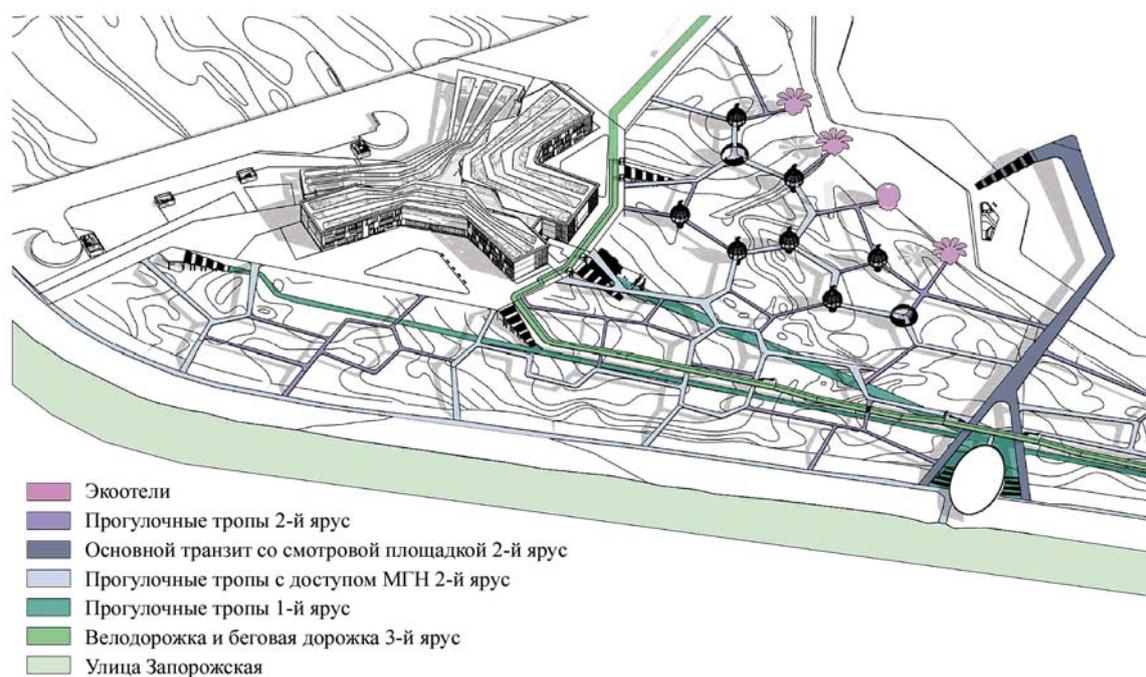


Рис. 11. Схема фрагмента экопарка и культурного центра (автор Д.Д. Андропова)

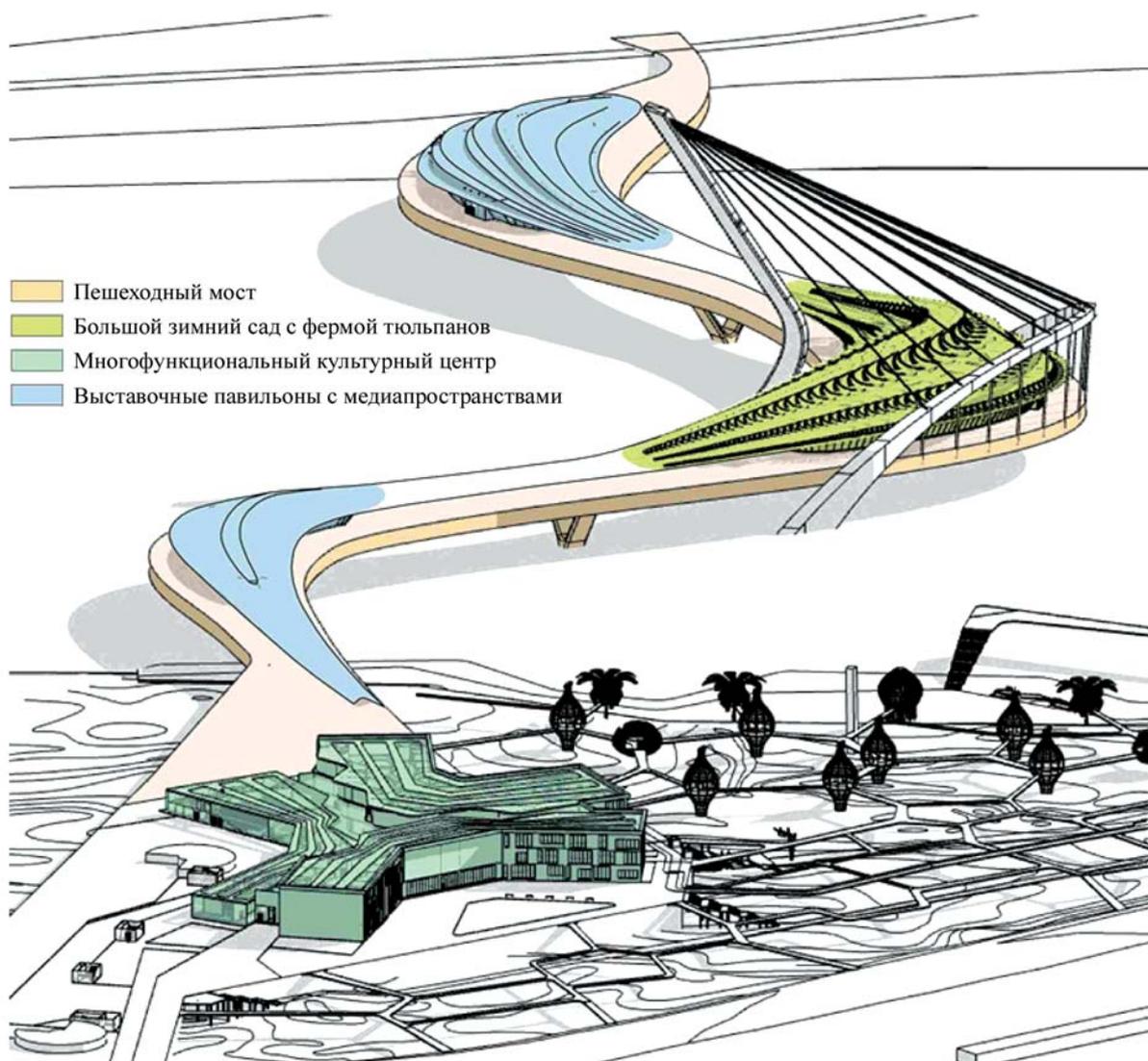


Рис. 12. Схема многофункционального пешеходного моста через р. Томь (автор Д.Д. Андропова)

Он предусматривает связь парка с главными точками притяжения на противоположном берегу: Кузнецкой экологической тропой, памятником природы «Топольники» и предлагаемой железнодорожной станцией, благодаря которой появляется дополнительное привлечение потенциальных посетителей, что поддерживает экономическую стабильность культурного кластера. Такое решение обеспечивает непрерывный пешеходный поток между главными узлами города и соединяет крупные лесные массивы в единую сеть водно-зеленого каркаса Новокузнецка. На мосту предлагается точечное размещение озеленения в виде ботанического сада с тропическими растениями, что также способствует созданию экокоридоров для снижения антропогенной нагрузки на главную водную артерию города р. Томь. По всей площади покрытия моста предусматриваются небольшие кластеры плодово-ягодных растений для возможности передвижения насекомых-опылителей через

реку, что способствует поддержанию разнообразия биоценоза. Изогнутая конфигурация моста создаст различные ветровые режимы на его участках, позволяя снизить общую ветровую нагрузку на покрытие моста. Данное решение дает возможность сохранить в относительном постоянстве цветочную дисперсию летучих органических соединений для создания комфортного микроклимата цветочных опылителей и, таким образом, сформировать экологический коридор [29]. Такой мост в перспективе может стать уникальным объектом архитектуры в области экологического и салятогенного дизайна.

Общая схема предлагаемой концепции представлена на рис. 13.

Центральное расположение в структуре города крупного экологического комплекса позволяет объединить исторический и административный узлы притяжения в единую систему культурных и рекреационных пространств Новокузнецка.

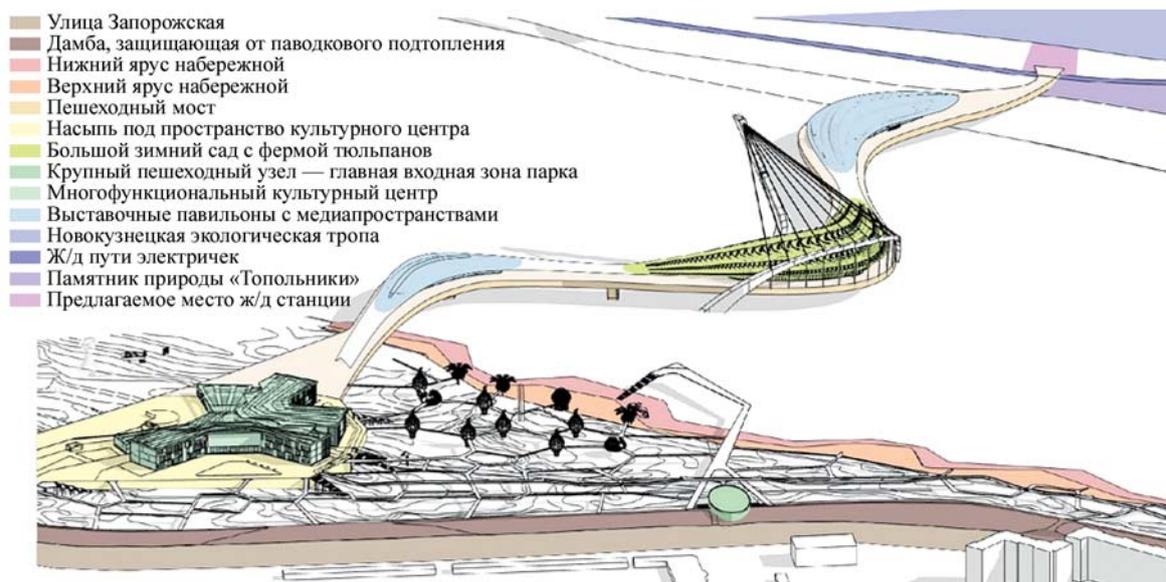


Рис. 13. Общая схема предлагаемой концепции (автор Д.Д. Андропова)

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Li Y.Y., Zhang Y.Z., Jiang Z.Y., Guo C.X., Zhao M.Y., Yang Z.G. et al. Integrating morphological spatial pattern analysis and the minimal cumulative resistance model to optimize urban ecological networks: a case study in Shenzhen City, China // *Ecological Processes*. 2021. Vol. 10. Issue 63. DOI: 10.1186/s13717-021-00332-2
2. Gayen J., Datta D. Application of pressure–state–response approach for developing criteria and indicators of ecological health assessment of wetlands: a multi-temporal study in Ichhamati floodplains, India // *Ecological Processes*. 2023. Vol. 12. Issue 34. DOI: 10.1186/s13717-023-00447-8
3. Brettschneider D.J., Spring T., Blumer M., Welge L., Dombrowski A., Schulte-Oehlmann U. et al. Much effort, little success: causes for the low ecological efficacy of restoration measures in German surface waters // *Environmental Sciences Europe*. 2023. Vol. 35. Issue 31. DOI: 10.1186/s12302-023-00736-1
4. Данилина Н.В., Маджорзадехзахири А. Analysis situation of urban green space framework in Tehran // *Вестник МГСУ*. 2021. Т. 16. № 8. С. 975–985. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.8.975-985
5. Beretić N., Đukanović Z., Campus G. Plural city: layered singularities and urban design: case of Belgrade City (RS) // *City, Territory and Architecture*. 2022. Vol. 9. Issue 11. DOI: 10.1186/s40410-022-00154-5
6. Zhou Y., Chen G., Zhou W. Sustainable urban systems: from landscape to ecological processes // *Ecological Processes*. 2022. Vol. 11. Issue 26. DOI: 10.1186/s13717-022-00371-3
7. Tarek S., Ouf A.S.E.D. Biophilic smart cities: the role of nature and technology in enhancing urban resilience // *Journal of Engineering and Applied Science*. 2021. Vol. 68. Issue 40. DOI: 10.1186/s44147-021-00042-8
8. Song S., Wang S.H., Shi M.X., Hu S.S., Xu D.W. Multiple scenario simulation and optimization of an urban green infrastructure network based on complex network theory: a case study in Harbin City, China // *Ecological Processes*. 2022. Vol. 11. Issue 33. DOI: 10.1186/s13717-022-00372-2
9. Tiang D.C.F., Morris A., Bell M., Gibbins C.N., Azhar B., Lechner A.M. Ecological connectivity in fragmented agricultural landscapes and the importance of scattered trees and small patches // *Ecological Processes*. 2021. Vol. 10. Issue 20. DOI: 10.1186/s13717-021-00284-7
10. Yeang K., Dilani A. *Ecological and Salutogenic Design for a Sustainable Healthy Global Society*. Cambridge : Cambridge Scholars Publishing House, 2021. 280 p.
11. Кайсарова Е.А. Особенности формирования городской водно-зеленой системы на примере города Минска // *Инновационные технологии в строительстве и ЖКХ — основа формирования городской среды* : сб. ст. науч.-практ. конф., проведенной в рамках студенческого конкурса «Строим новый город». 2020. С. 30–33. EDN LNGXJD.
12. Булатова Е.К., Ульчицкий О.А., Сальникова М.Ю. «Зеленая» архитектура городских набережных: на примере г. Екатеринбурга // *Урбанистика*. 2021. № 1. С. 99–108. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.32702

13. *Аркадьева В.В., Школьников И.Г.* Особенности формирования экологического парка на городском острове как ядра водно-зеленого каркаса в городе Астрахани // Вестник евразийской науки. 2022. Т. 14. № 4. С. 1. EDN MHNOMO.

14. *Яковлева К.С., Безрукова А.* Тенденции проектирования прибрежных и парковых пространств на примере Канонерского острова // Инновации и инвестиции. 2022. № 7. С. 111–114. EDN MLNASQ.

15. *Климов Д.В., Смирнова С.Ю., Ткаченко Л.Я.* Природно-экологический каркас — основа устойчивого градостроительного развития Московской области // Academia. Архитектура и строительство. 2023. № 1. С. 71–79. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-1-71-79. EDN ORXLDH.

16. *Золотарева Е.В., Коренькова Е.А.* Анализ влияния соотношения типов пространственных структур скверов г. Орла на архитектурно-экологическую устойчивость урбанизированных ландшафтов // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 12. С. 1541–1548. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.12.1541-1548. EDN BJSZLL.

17. *Ефимова Т.Б.* Система зеленых пространств как экологический каркас города Пензы // Архитектура и современные информационные технологии. 2023. № 3 (64). С. 233–246. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-3-233-246. EDN XPRUIC.

18. *Грибанова Н.В., Школьников И.Г.* Формирование системы общественных приречных пространств как инструмент развития водно-зеленого каркаса города Пермь // Инновации и инвестиции. 2022. № 9. С. 149–156. EDN ZVKLKY.

19. *Гомозов В.И.* Реконструкция «серого пояса» Санкт-Петербурга: проблема формирования зеленого каркаса // Инновации и инвестиции. 2022. № 7. С. 115–118. EDN VSALRE.

20. *Исмагилова С.Х., Сивцев А.В., Закирова Ю.А.* Градостроительное формирование рекреационно-туристических кластеров в прибрежной зоне р. Лены Республики Саха (Якутия) // Вестник Томского государственного архитектурно-строительного университета. 2021. Т. 23. № 5. С. 23–36. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-5-23-36

21. *Силин Р.В., Корбут Е.Е.* Разработка методики и оценка качества функционального зо-

нирования территории парков больших городов Беларуси // Вестник МГСУ. 2023. Т. 18. № 1. С. 11–23. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.1.11-23. EDN QPDAKU.

22. *Ожегова Е.С., Чурсина Л.В.* Современные концепции архитектурной сценографии городских и парковых пространств // Архитектура и современные информационные технологии. 2024. № 1 (66). С. 294–308. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-294-308. EDN IGFPPRA.

23. *Жильцова О.К.* Современное понятие «городской природный каркас». Его развитие и осмысление // Инновации и инвестиции. 2023. № 2. С. 150–154. EDN ZUHRYU.

24. *Горгорова Ю.В.* Архитектурная активация культурной привлекательности городской среды // Архитектура и современные информационные технологии. 2024. № 1 (66). С. 224–233. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-224-233. EDN SMYMS.

25. *Очирова Д.Д., Суровенков А.В., Демин А.В.* Анализ мирового опыта проектирования экопарков с учетом природных, климатических и культурных условий // Инновации и инвестиции. 2020. № 5. С. 260–263. EDN UWTCEY.

26. *Яницкий О.Н.* Экомодернизация России: проблемы, концепции, решения // История и современность. 2008. № 2. С. 95–116. EDN JTLSBV.

27. *Теличенко В.И., Бенуж А.А., Сухинина Е.А.* Межгосударственные «зеленые» стандарты для формирования экологически безопасной среды жизнедеятельности // Вестник МГСУ. 2021. Т. 16. № 4. С. 438–462. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.4.438-462. EDN EXLUMH.

28. *Левакова И.В., Арустамов Э.А.* Некоторые аспекты оценки экологического состояния Кемеровской области // Вестник евразийской науки. 2019. Т. 11. № 6. С. 35. EDN UVSGWR.

29. *Wang Y., Jia S., Wang Z., Chen Y., Mo S., Sze N.N.* Planning considerations of green corridors for the improvement of biodiversity resilience in suburban areas // Journal of Infrastructure Preservation and Resilience. 2021. Vol. 2. Issue 6. DOI: 10.1186/s43065-021-00023-4

Поступила в редакцию 8 мая 2024 г.

Принята в доработанном виде 8 мая 2024 г.

Одобрена для публикации 11 мая 2024 г.

ОБ АВТОРАХ: Дарья Дмитриевна Андропова — студентка; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); 630008, Новосибирск-8, ул. Ленинградская, д. 113; andropova@live.ru;

Юлия Евгеньевна Нижегородцева — старший преподаватель, заместитель заведующего кафедрой архитектуры и реконструкции городской среды; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сибстрин); 630008, Новосибирск-8, ул. Ленинградская, д. 113; yu.nizhegorodtseva@sibstrin.ru;

Алексей Алексеевич Гудков — кандидат архитектуры, профессор кафедры архитектуры и реконструкции городской среды; Новосибирский государственный архитектурно-строительный университет (Сиб-стрин); 630008, Новосибирск-8, ул. Ленинградская, д. 113; aa_gudkov@mail.ru.

Вклад авторов:

Андропова Д.Д. — сбор и обработка материала, написание текста, составление модели, создание схем и таблиц.

Нижегородцева Ю.Е. — концепция исследования, обработка материала, доработка текста.

Гудков А.А. — научное руководство, научное редактирование текста.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

INTRODUCTION

In recent decades, changing climatic conditions have necessitated the formation of independently designated urban structures — the Water-Green Urban Framework (WGUF). They are aimed at creating a holistic interconnected spatial structure of green spaces, water bodies and urbanized areas. The main objective of such frameworks is to maintain a healthy and sustainable urban environment through a combination of green spaces and water features that allow for optimal levels of temperature, humidity, aeration and solar radiation. In addition, the WGUF fulfils recreational functions, taking into account the acceptable anthropogenic impact on the landscape, improving connectivity through green corridors, pedestrian and bicycle accessibility within the project, as well as fulfilling cultural, educational and economic functions.

The study of foreign scientific works in the field of ecological processes allowed to identify approaches to the study of water-green infrastructure, methods of quantitative assessment and ranking of anthropogenic impacts, as well as options for biodiversity conservation to achieve the goal of sustainable development.

Consider current trends in scientific work: a study by Chinese scientists in Shenzhen indicates that ecological sources can be identified virtually and ecological networks can be significantly optimized by combining analytical models. These results provide methodological guidance for ecological network construction and will be useful for urban planning and biodiversity protection [1]. Jibananda Gayen and Debajit Datta in their paper to develop criteria and indicators for assessing the ecological condition of wetlands in the floodplains of the Ichhamati River in India identified the major ecological, socio-economic and institutional problems negatively affecting the condition of wetland biodiversity and ecosystems by the method of delineating the major pressure components and quantifying them [2].

A scientific paper on the causes of low ecological effectiveness of restoration measures in German surface waters deals with the discovery of the main overarching stressors affecting the ecological effectiveness of restoration measures and ranking them according to their impact on rivers at different scales [3].

In assessing the condition of Tehran's green urban framework, the amount of green space per capita and the areas of green spaces in all districts of the city were analyzed [4]. In order to discuss and evaluate the elements, relations of a diverse city, the multilayered singularities of Belgrade in multiscale multiplicity were interpreted, public spaces with potential were identified and their possibilities for improvement through various forms of art were investigated [5].

Yuyu Zhou, Gang Chen and Weiqi Zhou analyzed various models and algorithms to improve existing satellite observations and develop new indicators for urban environment monitoring [6].

The research paper Biophilic Smart Cities: The Role of Nature and Technology in Enhancing Urban Resilience identifies indicators for biophilic and smart cities that can be used together to enhance their sustainability. The study established key indicators for both biophilic and smart cities, and looked at key principles and aspects of urban sustainability to understand how this works and to point out their relationship with biophilic smart approaches [7].

The study of urban green infrastructure network using Harbin city in China as an example discusses the contradiction between urban economic development and the construction of green infrastructure (GI) networks, and the modelling and optimization of GI networks in different scenarios provides a scientific basis for the design of relevant development strategies and environmental protection policies [8].

Darrel Chin Fun Tian, Andrew Morris, Matthew Bell and others in their paper modelled the connectivity of the Karuah Mayall catchments, a forested landscape fragmented by a matrix dominated by pastoralism. This approach provided an opportunity to quantify the importance of small-scale features, such as scattered trees, in terms of connectivity [9]. A book by Ken Young and Alan Delaney [10] was a major influence on the nature and content of this paper. In it, the authors describe four design strategies that can be used in combination to achieve a balance between artificial and natural environments (Fig. 1). Green infrastructure is interconnected networks of natural areas and other open spaces. They are green spaces within a biome that preserve natural ecosystem values, clean air and water. Such a system provides a natural habitat for a wide range of wildlife.

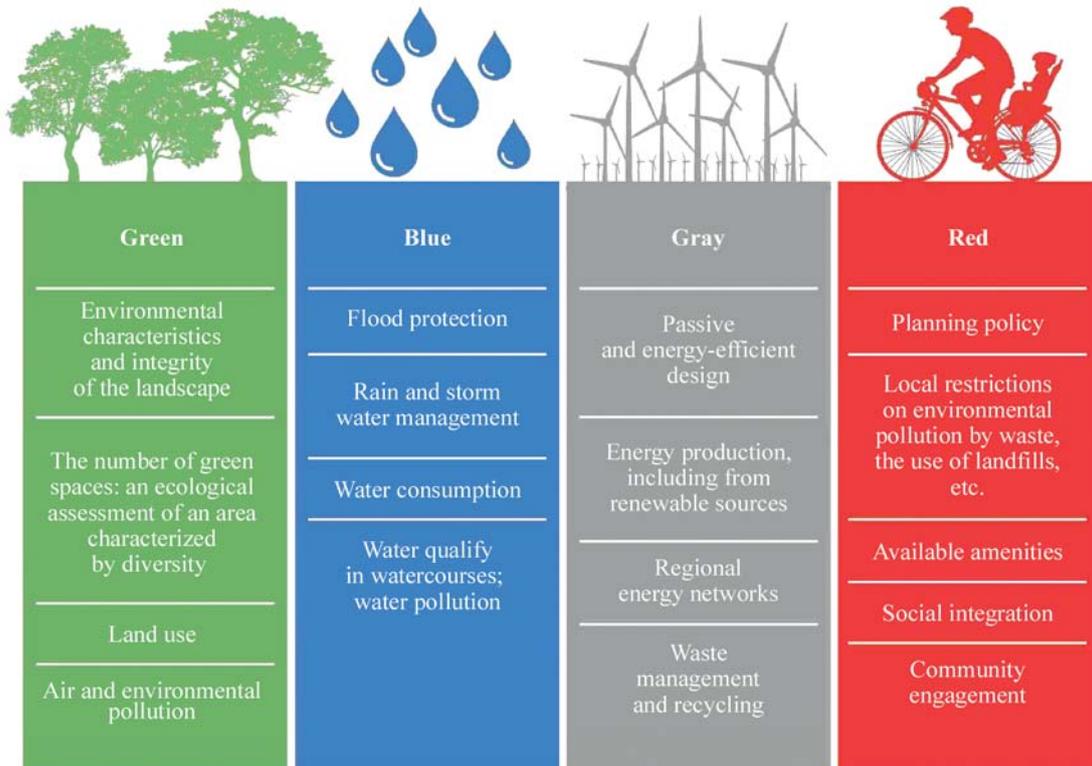


Fig. 1. Four design strategies within salutogenic and ecological design (by Ken Young and Alan Delaney)

The authors note that green eco-corridors serve as an important component of GI. Linear corridors of flora and fauna connect existing green spaces and create new, larger habitats. They form new links between forest belts, wetlands and waterways. Any new GI should complement and enhance the natural functions of what is already present in the landscape. Eco-infrastructure should take precedence over engineering infrastructure in design. By creating, enhancing and restoring the ecological connectivity of the environment, it transforms human intervention in the landscape from a negative to a positive act.

The importance of providing not only horizontal connectivity but also vertical connectivity is also noted. An obvious demonstration of horizontal connectivity is the provision of ecological corridors, and connectivity across impermeable surfaces and roads can be achieved through ecological bridges and subterranean floors. Design should extend ecological corridors vertically, with eco-infrastructure touching the entire built environment to create habitats on walls, terraces and rooftops [10].

E.A. Kaisarova in her paper considers the water-green diameter of Minsk through the analysis of water systems and green areas with the calculation of area per capita [11].

The experience of domestic and foreign studies shows the importance of comprehensive assessment of the territory, analysis of climatic, recreational and cultural features of the territory and application of special

software in the field of climatology and ecology for modelling various scenarios of territory development.

The study is further based on the design experience of several large cities.

The Sverdlovsk Oblast has 101 approved ecological framework cores or key natural areas. The Ekaterinburg agglomeration is a multibeam agglomeration with the appearance typical of agglomerations formed in a branched transport hub. The current stage of landscaping is characterized by densification of the built-up area, which results in a reduction of the area under landscaping in the residential zone and a decrease in the area of some park massifs. Recreational systems of the Yekaterinburg agglomeration are formed near such natural formations as Shartash, Peschanoye, Verkh-Isetskoe Reservoir and the Iset River, the latter in turn is a key element of the aquatic ecological and recreational zone of the city of Yekaterinburg [12].

In Astrakhan there is a problem of lack of a “connected” system of recreational areas and their shortage. Many of the existing natural complexes are experiencing significant anthropogenic load and are changing from their original natural state. Another problem is the low level of landscaping. Among the greened urban spaces, the most important role in the bioclimatic state of the city is played by the island “Gorodskoy”, it is an ecological oasis, repeating the delta biotopes of floodplain forests, inland lakes, open spaces and flood meadows, sandy spits of the coastline, as well as zones of wetlands [13].

One of the most interesting and complex areas of the urbanized environment is Kanonersky Island in St. Petersburg, where the need to create certain links between the natural landscape component and artificial anthropogenic activities is evident. The island is characterized by recreational potential and vegetation. The territory has a favourable location relative to the city centre, but it is difficult to access for visiting [14].

The Moscow Region has accumulated extensive experience in the development of ecological principles for improving the territorial structure. The historical and cultural framework of the Moscow Region is a set of valuable territories that are an example of the Central Russian landscape with expressive relief and diverse vegetation cover. Cultural heritage objects are connected by visual corridors with the landscape environment and determine the character of development of significant territories. Planned natural-historical and ecological territories in combination with specially protected natural areas (SPNA) form the basis of the natural-ecological framework of the region, which also includes other populated areas and water bodies [15].

In the city of Orel, most public gardens are characterized by a small area (up to 2 hectares), the age of plantings is close to the limit, all public gardens border main roads with a significant traffic load. Territorial location determines the negative dynamics of urban ecosystems — vegetation is exposed to heavy pollution by exhaust gases and heavy metals, noise from transport. The ratio of types of spatial structures at the site in most cases does not meet urban planning requirements [16].

In Penza, green spaces of all types of use are concentrated in the city centre and in the area of Zapadnaya Polyana. The area of landscaped green spaces in relation to the area of industrial and residential areas is small. Most of all green spaces are occupied by border forests and steppe territories, meadows and agricultural fields, which are not included in the general natural and urban development framework. There is a rather large forest belt on the territory of the city, as well as parks and public gardens, Akhuny climatic resort, other reserves and protected areas [17].

On the territory of Perm, water bodies occupy a special place in the greening system of the city. Water-green radii penetrate the city in different directions. The industrial component of the urban fabric has destroyed part of the “green corridors” providing access to water bodies. The densification of development, the organization of transport hubs and changes in the functional content of coastal zones have reduced some of the “green corridors”. Most of the water sources are classified as “polluted, dirty and very dirty” [18].

V.I. Gomozov in his paper analyzed one of the attempts of the city authorities to formulate general approaches to the reconstruction of the “grey belt” of St. Petersburg. The study focuses on identifying in the projects the principles and approaches to the formation of

the green framework of these territories, its continuity and sustainability [19].

In addition to analyzing the environmental aspects in the design of green public spaces, an important factor is the consideration of social aspects in urban development. S.H. Ismagilova, A.V. Sivtsev and Y.A. Zakirova in their work on the formation of recreational and tourist clusters analyze the infrastructure of tourist services and identify the principles of sustainable urban development of recreational and tourist system of Yakutia [20].

Various factors of influence on the comfort of park urban environment were analyzed [21]. The approach of architectural scenography from the perspective of environmental design was studied [22]. Terminology in the field of environmental design was investigated [23]. The aspects of activation of cultural attractiveness of the territory within the framework of the city brand strategy are considered [24]. The authors of the article also familiarized themselves with the principles of ecological parks design [25].

Doctor of Philosophy O.N. Yanitsky studied the development of Russian environmental culture in the XX century and identified four key stages: the initial period (1917–1929); the period of stagnation (1929–1960); the period of strengthening (1960–1985); the period of change (1985–1999) [26].

Accordingly, it is worth paying attention to the legislative requirements of the Russian Federation on environmental design, which the authors of this study divided into the following stages:

1. The birth of environmental legislation (1950–1970) — development of the first normative documents.
2. Development of environmental legislation (1971–1990) — development of a full-fledged legislative framework.
3. Establishment of environmental legislation (1991–2010) — formation of final regulations and conditions for a new approach to environmental management.
4. Rethinking environmental legislation (2011–2021) — transition to interstate “green” standards of GOST R series [27].

2017 is considered to be one of the most important years in the history of the country’s environmental development. By the Decree of the President of the Russian Federation dated 05.01.2016 No. 7, 2017 was declared the Year of Ecology in Russia¹. The national projects “Ecology”, “General Cleaning”, “Clean Air” were launched.

In February 2021, the Russian-French project “Water-Green Urban Framework” under the leadership of the Ministry of Construction of the Russian Federation was launched; it is a significant stage of a new look

¹ The Year of Ecology in the Russian Federation: Decree of the President of the Russian Federation of 05.01.2016 No. 7. 2016. URL: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/40400>

at the urban environment². Scientists and administrative staff have moved from theoretical research to practical issues of urban ecology at the level of developing regulatory guidelines. This is the first step towards comprehensive formation of the city's ecological environment instead of considering individual aspects such as ecology of water bodies, monitoring of landscaping, flora and fauna in city parks.

In Russia, there are differences in the interpretation of terms related to the WGUF concept, but most authors agree with the definition approved by the Ministry of Construction of the Russian Federation: "Water-Green Urban Framework (WGUF) is a set of interconnected urban areas with vegetation cover and urban water bodies included in the urban environment. These can be both natural, natural objects and artificial ones. They include squares, flowerbeds, parks, lawns, water bodies, rivers. The main task of the framework is to provide comfort and create recreational areas, the microclimate of the city, and improve the ecology"².

In 2019, Kemerovo Oblast adopted the law "On Environmental Education and Formation of Environmental Culture"³.

In order to minimize the technogenic impact on the region's nature, the Kemerovo Region-Kuzbass State Programme "Nature Management and Environmental Protection" came into effect in 2024. Assessment of the current state of ecology in the region: "The main environmental problems still include: air pollution; pollution and depletion of water bodies; generation of production and consumption waste; pollution and degradation of soil and land resources; reduction of biological diversity of the Kemerovo Oblast — Kuzbass, increase in the number of rare and endangered species of animals, plants and fungi; low environmental culture of the population"⁴.

Within the framework of the existing state and regional programmes aimed at restoring the well-being of the region's natural components, there is an opportunity to create and strengthen the Novokuznetsk WGUF. In this regard, it becomes relevant to identify the main environmental approaches to the formation of WGUF and the principles of development of public riverside

spaces within the framework of an integrated approach to the conservation and restoration of natural landscapes and to develop a conceptual solution for the region under consideration using these approaches and principles.

MATERIALS AND METHODS

Russian and foreign experience of designing public riverside areas in the context of sustainable development was taken into account; on this basis, a thorough urban and social analysis of Novokuznetsk was carried out, the main elements of the WGUF were identified, the formats of the framework elements and types of ecotourism objects were modelled. Based on the developed classifications, the concept of public space in the Tom River floodplain in the central district of Novokuznetsk was developed by the method of structural analysis of the territory using 3D modelling.

RESEARCH RESULTS

If a city has several water bodies that occupy an important place in its architectural and planning framework and system of natural components, as in Novokuznetsk, Kemerovo region, where the Tom, Aba, Kondoma rivers and valleys of other small rivers penetrate the city from different sides, this indicates the relevance of the principles of continuity of landscaping and its relationship with open spaces of different levels on which such systems are built. Urban planning concepts should study areas where different types of landscapes and/or functional zones intersect, which serve as inactive areas in the city due to their unfavourable location and lack of necessary infrastructure, resulting in lack of interest among citizens.

Novokuznetsk, one of the largest cities in Kuzbass in terms of area and the second largest in terms of population, as well as the oldest city in the Kemerovo Region, which is an important centre of economy, transport and culture in Siberia, is considered to have an unfavourable environmental situation due to its specialization as one of the largest metallurgical and coal mining areas in Russia. According to the results of the National Environmental Rating, which reflects environmental events from 1 December 2023 to 29 February 2024, the Kemerovo Region ranks 71st out of 84 possible⁵. This low result is due to the presence of a large number of large industrial enterprises in the region, so there are serious problems with water bodies. The issue of drinking water supply in the region is acute. There is a critical decrease of small rivers. Only for the last 30 years, out of 905 rivers in Kuzbass as a result of economic activity, about 200 have been destroyed, which used to supply clean water to the main water artery of the region — the Tom River [28].

⁵ "National Ecological Rating of Russian regions" by the results of winter 2023–2024, Green Patrol. 2024. URL: <https://greenpatrol.ru/tpost/86a9zxhcr1-natsionalnii-ekologicheskii-reiting-regi>

² The results of the first year of the Russian-French project "Water-Green Urban Framework", Ministry of Construction of Russia. 2021. URL: <https://minstroyrf.gov.ru/press/podvedeny-itogi-pervogo-goda-raboty-rossiysko-frantsuzskogo-proekta-vodno-zelenyy-gorodskoy-karkas/>

³ Law of the Kemerovo region — Kuzbass from 24.12.2019 No. 165-OZ, Electronic fund of legal and regulatory and technical documents. 2019. URL: <https://docs.cntd.ru/document/561652582?ysclid=lvf85urtsh408864254>

⁴ Approval of the State Programme of the Kemerovo Region — Kuzbass "Nature Management and Environmental Protection" No. 719, Electronic Bulletin of the Government of the Kemerovo Region — Kuzbass. 2023. URL: <https://ako.ru/bulletin/319901>

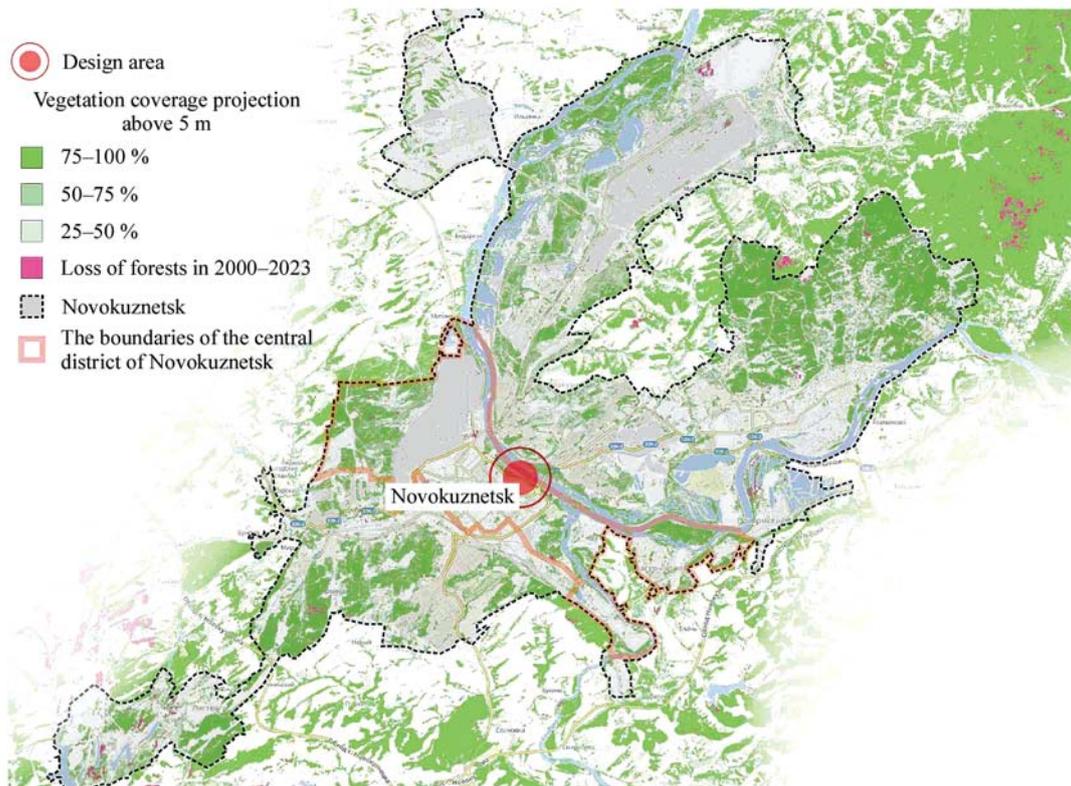


Fig. 2. Forest cover of Novokuznetsk (by D.D. Andropova)

The territory of Novokuznetsk is under a strong technogenic impact, which is due not only to the immediate proximity to residential neighbourhoods of large metallurgical and coal mining facilities, but also to its geographical location. The city is located in a lowland surrounded by mountain ranges, due to which smog from pollutants is formed over the city. The total area of land of recreational importance is 9,781 ha, of which 7,803 ha are urban forests⁶. There is 69 m² of greenery per capita, which is a good indicator, several times higher than the regulated minimum value.

Having analyzed the current state of Novokuznetsk with the help of satellite images with regard to the number of green spaces and their concentration, we can conclude that, despite the good provision with green spaces, there is a strong fragmentation due to the pace of industrial development and the existing building of the city (Fig. 2). The greatest concentration of large forest areas is in Ordzhonikidzevsky and Kuibyshevsky districts, the least concentration is in Kuznetskiy and Novoilinskiy districts. In the central district forest clusters are unevenly located. Greening is concentrated in the north-west and south-east of the district, while the central part lacks large green areas.

⁶ Report on the state of the environment of the city of Novokuznetsk for 2021. 2022. URL: https://eko-nk.ru/user_images/File/%D0%98%D0%A2%D0%9E%D0%93%D0%9E%D0%92%D0%AB%D0%99%202021.pdf

Geomorphological elements such as watersheds and river valleys have a significant impact on the ecology and climate of the city. The Tom River approaches Novokuznetsk from the north-east, turning to the west, and in the city centre abruptly changes its direction to the north-east. The Kondoma River enters the city from the south and the Kondoma River from the west. The Kondoma River enters the city from the south and the Aba River from the west (Fig. 3). The main waterway of the city, the Tom River in the central part of Novokuznetsk at the mouth of the Kondoma River changes its type from mountainous to plain.

Having studied the location of landscaping within Novokuznetsk city limits, it is possible to note large forest clusters of the city, structuring them by their ecological condition and location relative to the water infrastructure, and to identify fragments of river water areas, where disruption of connectivity is detected (Fig. 4). The condition of the water-green framework of the Tom River within the boundaries of Novokuznetsk can be characterized as satisfactory. In Ordzhonikidzevsky district a large break in the framework and the presence of a green cluster with significant forest losses are observed. Good connectivity is noted in the north of the city in the Zavodskiy district, but environmental sustainability is compromised by the neighbourhood of an extensive industrial zone. Also to the north of the mouth of the Aby River along the left bank of the Tom River there is no green corridor, and due to the direct access to the river of a large anthropogen-

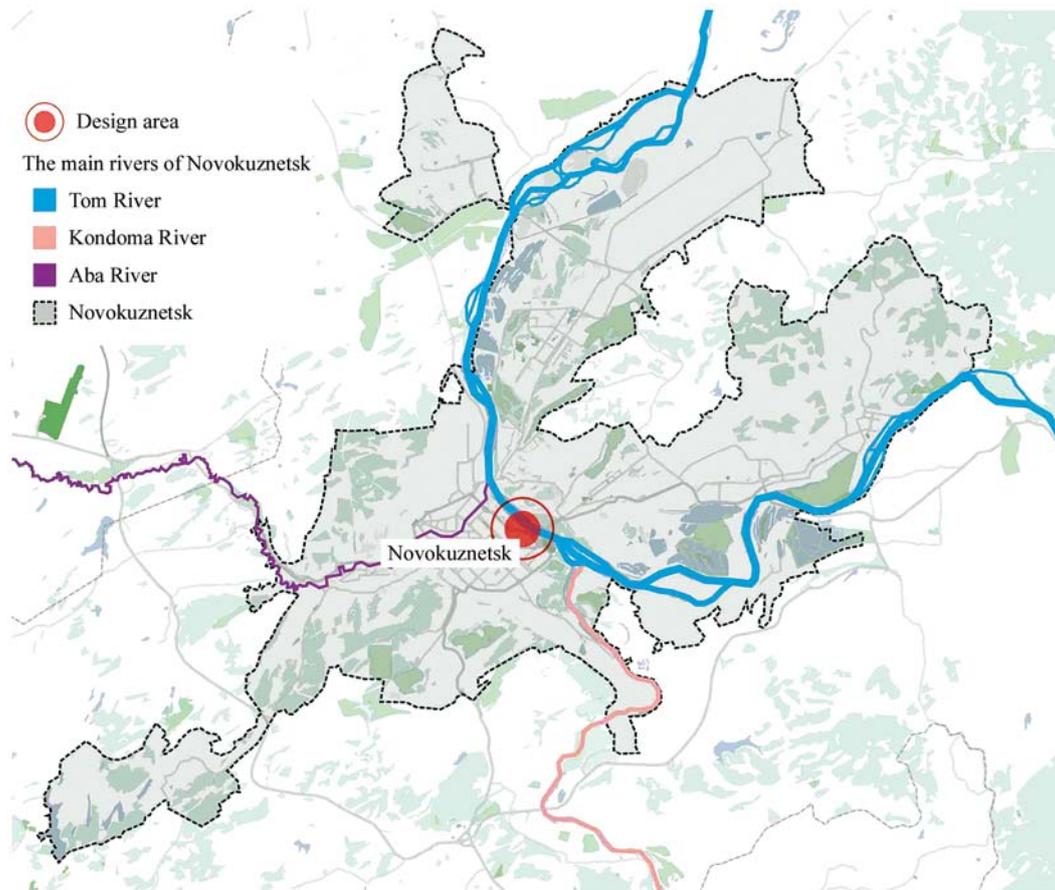


Fig. 3. Major rivers of Novokuznetsk (by D.D. Andropova)

ic zone, the impact of negative impacts on the “blue” highway becomes critically high. The state of protection of the Kondoma River, despite the large number of forest clusters along its banks, is aggravated by the location of the production facility in close proximity to the river and the presence of a break in the WGUF at its mouth. The WGUF of the Aba River, whose banks near its confluence with the Tom River are reinforced with concrete slopes for a kilometer and a half, has a much worse impact on the species composition of the waterway’s biocenosis. Intact floodplains with preserved natural ecosystems contribute to the formation of shade and thus provide a constant temperature regime comfortable for the inhabitants of the aquatic system. In addition, from the river mouth along its perimeter towards the south-west, there is no ecological corridor, which is necessary to maintain the stability of the composition of the biocommunity, this situation is aggravated by the negative anthropogenic impact of the industrial zone located near the river’s confluence with the Tom.

Restrictive measures in the legislative sphere on the use of valuable natural areas play an important role in the conservation and restoration of WGUF. Novokuznetsk has three protected areas, concentrated in one place, in the very centre of the city on the bank of the Tom River (Fig. 5), and spawning protection zones have been established in the north and east of the city in

the water area of the Tom River. In addition, rare birds of prey from the Red Book of the Kemerovo Region were spotted in a forest area on the left bank of the Tom River not far from the protected area⁷.

The most greened is the central district of the city. The area of public greenspaces in the district is 125.41 hectares. Provision with green spaces in the central part of the city is more than 14 m² per inhabitant⁶. In addition, a significant part of the area of the district is occupied by the industrial zone located in the north-west of the city. Taking into account the wind rose, during the year the prevailing wind is the west wind, as a result of which a colossal part of the city is subjected to anthropogenic impact from the industrial area (Fig. 6). Large areas of the Tom and Aba rivers and specially protected natural areas are also negatively affected due to the distribution of wind flows.

The study of the condition of coastal zones as unfavourable and polluted creates conditions for the formation of an urban network of water-green cores. Small rivers penetrate through the urban structure in various directions, which makes it possible to unite neighbourhoods into a single system. Given the fragmentation and isolation of green areas, as well as a large number

⁷ HCVF in the Kemerovo Oblast // hcvf. URL: <https://hcvf.ru/ru/maps/hcvf-kemerovo>

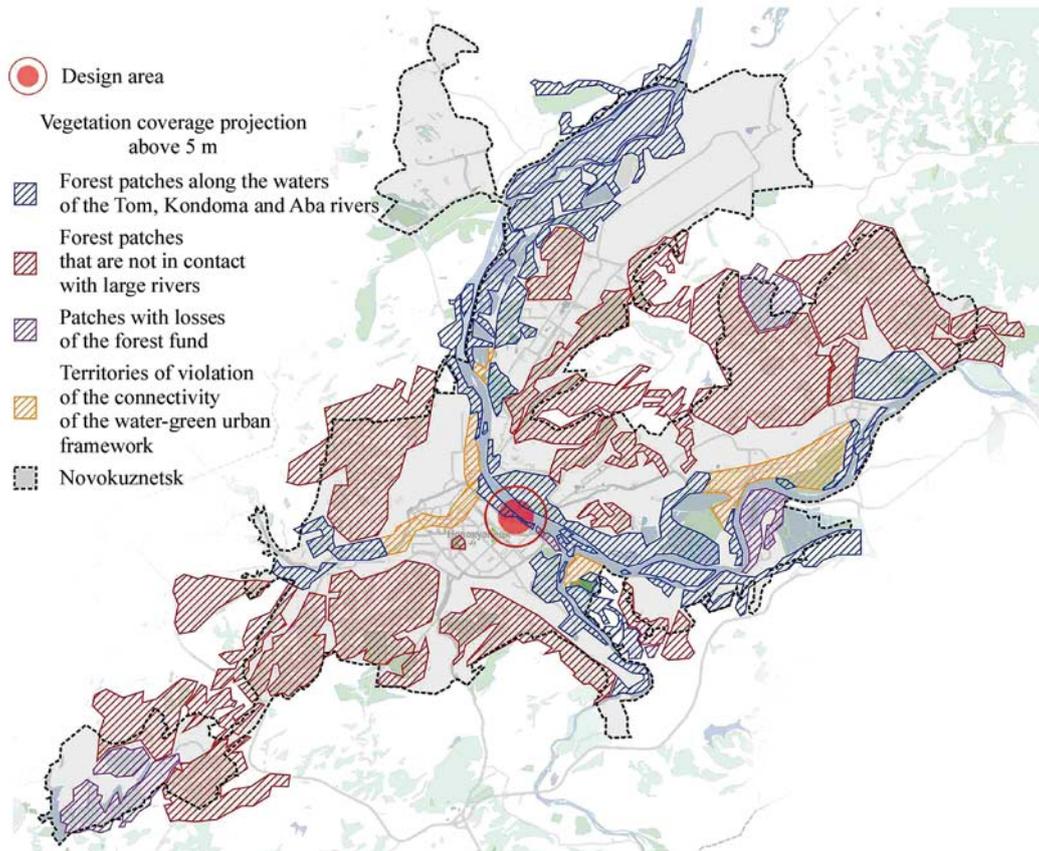


Fig. 4. Large forest patches of Novokuznetsk (by D.D. Andropova)

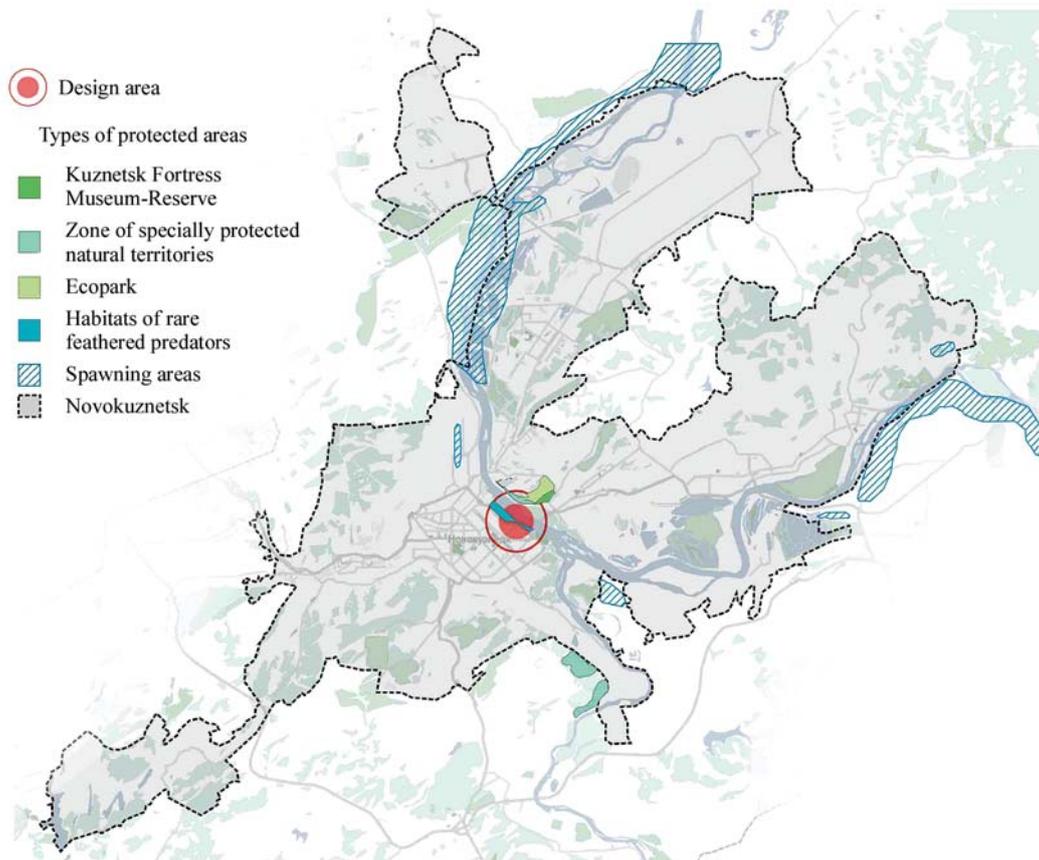


Fig. 5. Zones of specially protected natural territories and objects of Novokuznetsk (by D.D. Andropova)

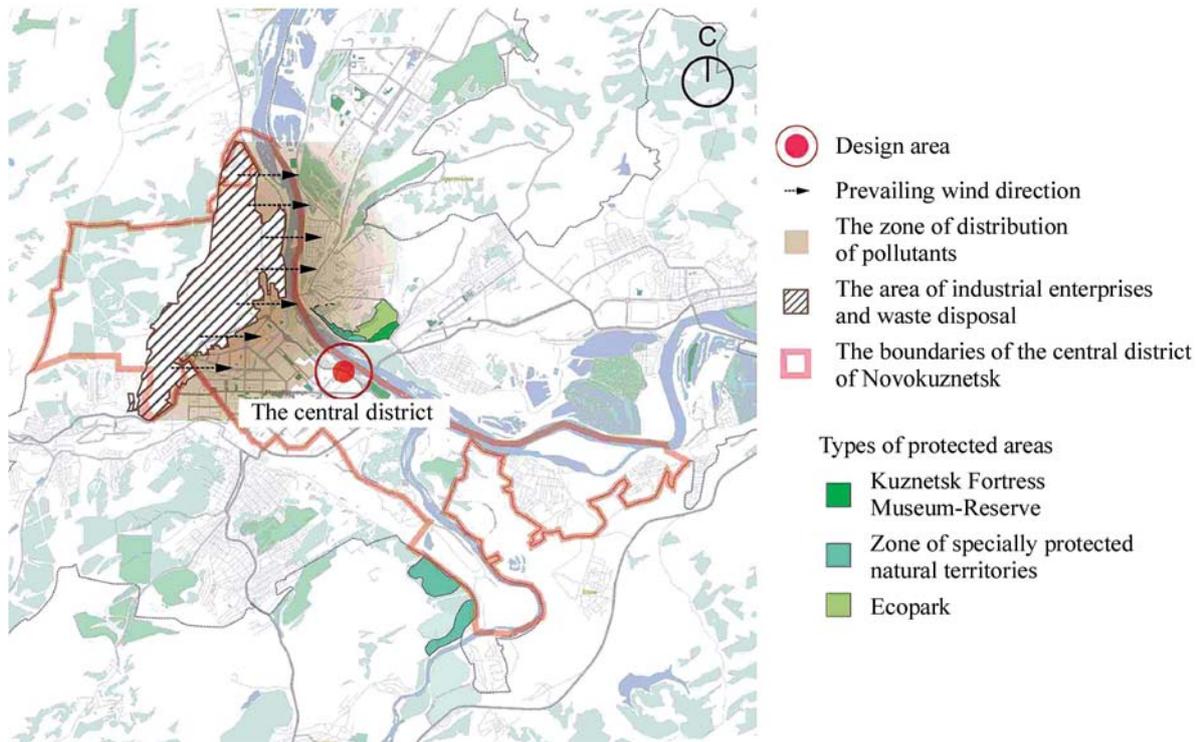


Fig. 6. Scheme of anthropogenic impact propagation (by D.D. Andropova)

of extensive coastal territories, special attention should be paid to the unification of natural units into a single WGUF.

As part of the formation of the Novokuznetsk WGUF, the study proposes the authors’ design solution for the creation of a large ecological and cultural centre on the bank of the Tom River. The design site was selected due to the authors’ study and assessment of the connectivity of the city’s green framework. The project area is located in the centre of the city on the left bank of the main waterway in the habitat of rare raptors. The location of the site under consideration in the city framework is unique — it is the nucleus uniting the new and old city centres (Fig. 7).

On the right bank there is a large forest area, where large ecological and historical-cultural monuments are concentrated: Kuznetsk fortress, ecological trail, eco-park and nature monument park “Topolniki” (Fig. 8).

On the left bank is the modern city centre — a place of concentration of commercial, cultural and entertainment activities. This position in the city structure suggests that the site has a huge social, cultural and environmental potential and will become an important centre of attraction for the population (Fig. 9). The Kuznetsk Ecological Trail is a unique route in Kuznetsk, located in the centre of the industrial city, which plays an important role in creating a favourable ecological environment. Here one can find amazing natural and cultural attractions, as well as spend time with benefit, combining education and recreation. The eco-trail runs along the right bank of the Tom River

in the area of the Kuznetsk fortress and has the form of a circular route.

Analyzing the existing system of eco-parks and public green areas in the river water area of the Tom River, we can say that the site under consideration serves as a continuation of the city embankment and together with the largest in the city ecological forest on the territory of the Kuznetsky Fortress forms a green corridor along the river, thereby reducing the anthropogenic impact of pollution on the inhabitants of natural landscapes (Fig. 10).

During the study, based on the environmental indicators, identified features and problems of the area, a SWOT analysis is made, which shows the importance of developing the WGUF of the city (Table 1).

The analysis identified that the area has potential for development, but there are a number of constraints that can be addressed through certain approaches, namely:

1. Polyfunctionality — the creation of spaces with different functional content that can be transformed according to the actual demand of the society.
2. Steps — divide different functional zones on several levels, taking into account the seasonality of events, ease of communication between the main nodes of public space and ensuring the safety of transport manipulations.
3. Adaptability — creating multifunctional zones capable of changing, taking into account the context of events, their seasonality, economic, natural, social changes in society.

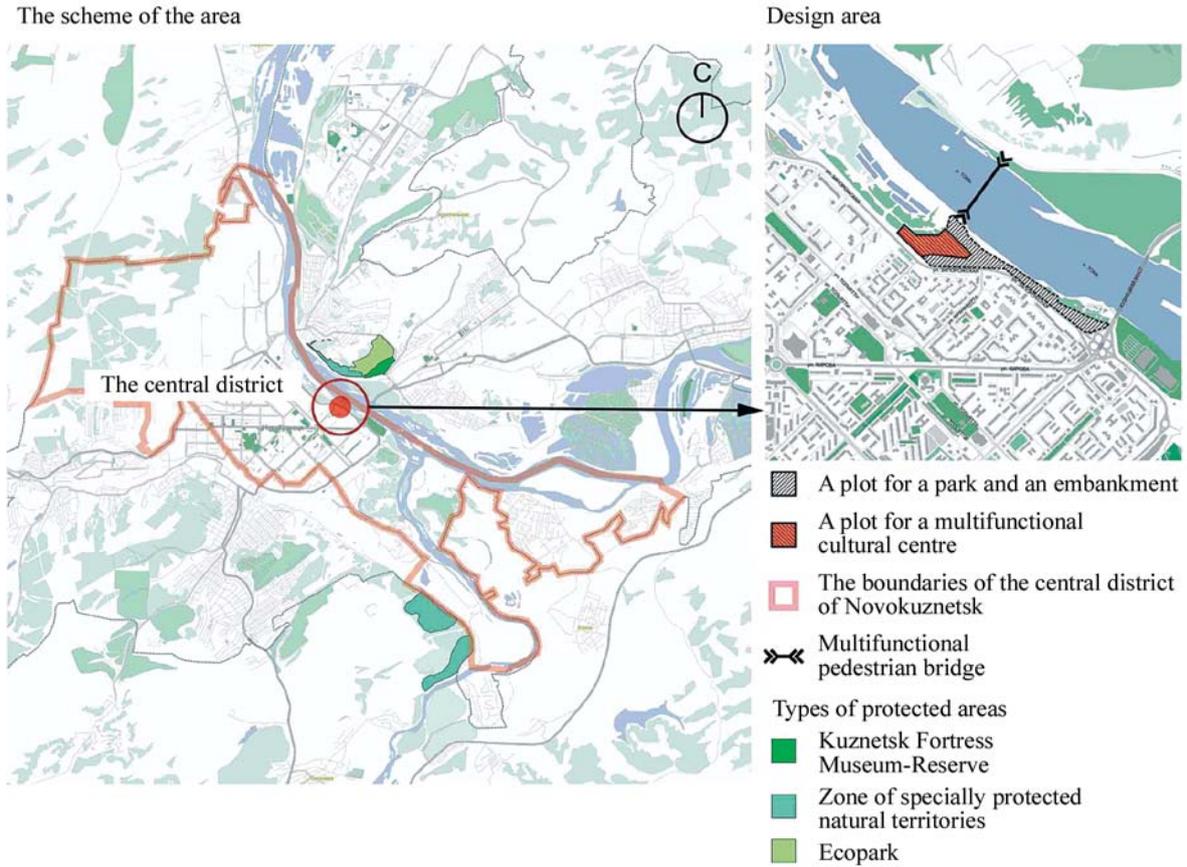


Fig. 7. Scheme of the area and design site (by D.D. Andropova)



Fig. 8. Right-bank historical and natural cluster (by D.D. Andropova)

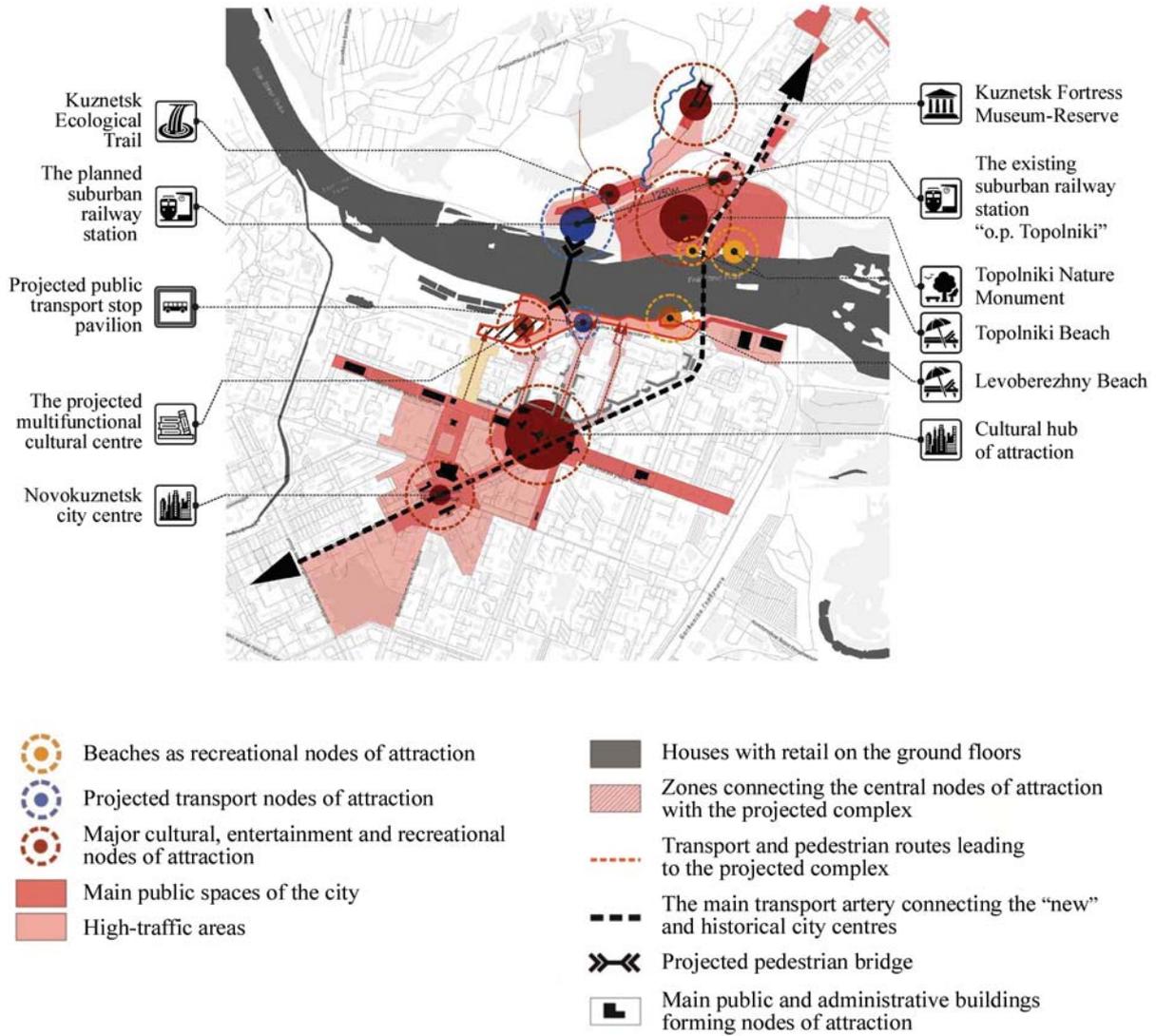


Fig. 9. Scheme of the main nodes of attraction (by D.D. Andropova)

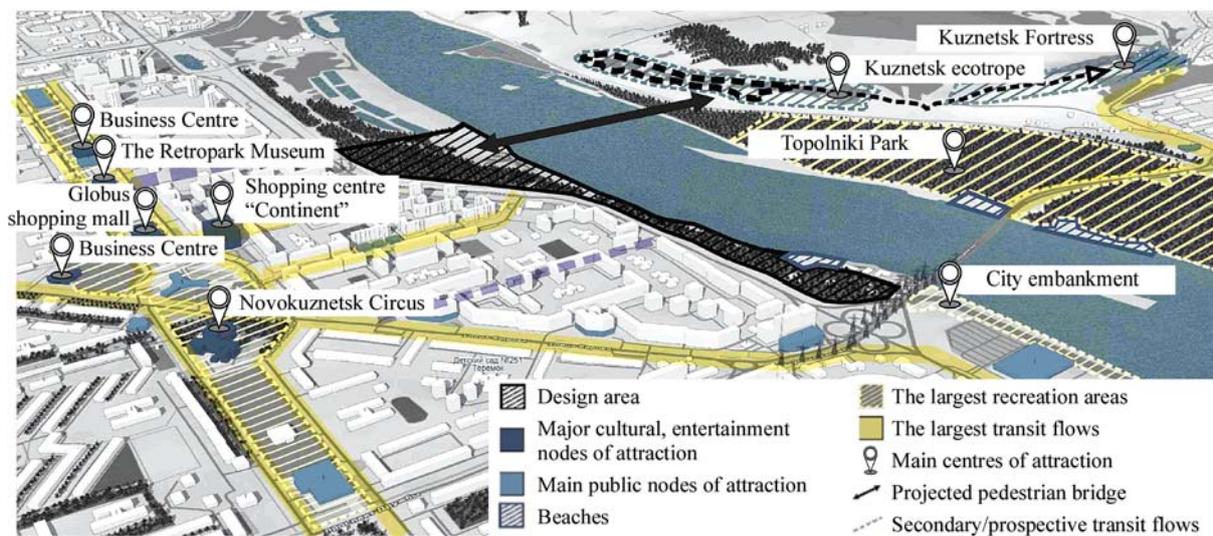


Fig. 10. Scheme of the centres of attraction (by D.D. Andropova)

Table 1. SWOT analysis of the projected area

SWOT analysis			
Weaknesses	Strengths	Threats	Opportunities
Flooded area	Location in the city centre	Long payback period	This site could become the nucleus that unites the new and old city centre, forming a system of complementary nodes of attraction
Close proximity of power lines to the project site	Proximity to the economic and cultural centre of the city	Risk of disturbance of the existing ecosystem of riverside areas under inappropriate construction conditions	The site has great social, cultural and environmental potential and has the potential to become an important centre of attraction for the community
Expensive to realize	Adjacent to the main water artery of the city	Risk of bankruptcy of sponsors due to the long construction period in an unstable economy	The site serves as a continuation of the city embankment and together with the city's largest forest area on the territory of the Kuznetsk fortress forms an ecological corridor along the river, thereby reducing the anthropogenic impact of pollution on humans and the main urban water artery of the Tom River
Lack of public transport along the site	The project site is located in a dense forest area of great natural value	Decrease in fauna comfort due to increased visitation to ecoparks	The formation of an eco-cluster in the city centre will be able to increase the interest of citizens in environmental issues and the history of their city
Highly gassy design area	Location close to the city seafront	Rapid decline in interest in the complex if proper operating conditions are not met	–
Severe technogenic situation in the city	Proximity to nature monuments "Topolniki" and "Kuznetskaya eco-tropa"	–	–
Difficult construction conditions due to the high natural potential of the site	Good transport accessibility	–	–
Expensive site conditions	Proximity to major centres of population attraction	–	–
–	Gentle relief on the site	–	–

4. Coordination — ensuring harmonious introduction of natural units into the urban environment and urbanization objects into the natural environment.

5. Accessibility — providing safe, quick and convenient access for all groups of visitors.

6. Environmental friendliness — preservation of natural potential of water and forest resources, minimization of anthropogenic impact within the framework of sustainable development of the territory.

7. Uniqueness — creating your own design code of the space, memorable objects that will become the business card of the place.

8. Embeddedness/integrity — consideration of the surrounding development and cultural code when incorporating the site into the existing environment, careful preservation of the city's historic heritage.

9. Democracy — organizing a space that takes into account the interests and opportunities of all segments of society.

10. Sustainability — the ability to maintain economic and environmental stability to keep the local ecosystem and society functioning comfortably.

11. Security — ensuring comfortable and protected stay of visitors in the territory of public space.

12. Education — broadcasting of environmental messages, transfer of knowledge about the importance of environmental conservation, raising the level of environmental awareness of the population.

The authors suggest the following methods for the development of riverside spaces:

1. Minimization of anthropogenic impact on the existing ecosystem. Regulation of human flows on the territory to create comfortable living conditions for flora and fauna. Organization of buffer zones protecting the riverside area from traffic noise and dust.

2. Renovation of the main nodes of attraction: restoration and development of the main sought-after visitor concentration points.

3. Infrastructural multifunctionality. The introduction of secondary functions into mono-functional areas that will help to diversify leisure activities and attract more potential visitors.

4. Integration of media spaces. Application of new technologies and artificial intelligence, presence of human interaction with the virtual world.

5. Combining the functions of cultural and environmental education.

6. Creation of a unified system of water-green cores uniting into a single WGUF.

In the formation of the city GI, providing ecosystem services and improving the quality of life of residents, it is necessary to take into account not only the creation of a comfortable urban environment, but also other indicators. The proposed methods of riverside space development include the stages of WGUF formation:

1. Creation of an up-to-date vegetation register: analysis of the entire flora on the site, formation of electronic passports of each natural unit.

2. Census of all fauna: analyses of resident fish, birds and animals, their migrations and habitats.

3. Thorough study and assessment of the condition of shorelines, proposals for their strengthening.

4. Assessing the impact of flora on the air environment, compiling an inventory of needed new plantings according to their ecosystem functions.

5. Assessing the influence of flora on water processes, water treatment, and drainage distribution.

6. Analyzing the status of water resources, their richness and animal habitat. Creation of a register of seasonal floods by their frequency, scale and dependence on natural phenomena.

7. Evaluation of soil quality, suggestions to improve its fertility.

8. Determination of the territory susceptibility to unfavourable anthropogenic impacts.

9. Assessment of the scope of works to maintain vegetation in favourable conditions during the operational period of the facility.

10. Creation of an event-based programme of facility operation depending on the time of day and season.

11. Analyze potential visitors by age, interests and mobility groups.

Based on the results of the analysis of water-green framework formation and organization of public riverside spaces, the main structural elements of the natural-ecological framework, approaches to its formation at different stages of design, and factors of impact on the framework are revealed. The scheme of concept development, types of ecotourism objects and ecological park design principles are also proposed (Table. 2).

Table 2. Natural-ecological framework. All aspects (by D.D. Andropova)

NATURAL AND ECOLOGICAL FRAMEWORK					
PRINCIPLES FORMATIONS	THE MAIN STRUCTURAL FRAME ELEMENTS				<ul style="list-style-type: none"> • ideology and methodology of creating recreational areas; • functional and technological limitations; • capacity, density of development of the territory (embedded in the concept of the complex); • social features; • cultural features; • regional features; • national characteristics and attitudes that influence life processes
TERRITORIAL PLANNING	Types of basic blocks of the ecological framework				
	Large-scale basic reserves	Linear blocks — ecological corridors	Point (local) elements	Buffer zones	
Types of basic blocks of the ecological framework: • large-scale basic reserves; • linear blocks – ecological corridors; • point (local) elements; • buffer zones	Types of objects of the ecological framework				
	National and natural parks, nature reserves, protected tracts, sanctuaries (permanent, temporary seasonal), forests of groups 1 and 2 (now reserve and protective forests)	Riverbeds and floodplains of large rivers, valleys of small rivers and watercourses, watersheds (and especially watershed forests), landscaped corridors of transport and engineering infrastructure, protective forest plantations	Natural monuments of various profiles, green areas of small settlements, waterfalls, keys, protected objects of inanimate nature, historical	Water protection zones, protected areas of protected areas, resort areas and protection zones of balneological facilities, etc., sanitary protection zones, noise and other discomfort zones, protected areas of water intakes	

End of the Table 2

URBAN PLANNING DESIGNING	The structure of the urban-ecological framework				EXTERNAL	
	Meso-level elements		Macro-level elements			
<ul style="list-style-type: none"> gardens, parks, forest parks; squares, boulevards and green spaces of streets, embankments and squares; plantings located inside residential, public, industrial buildings; plantings for sanitary protection and public purposes (windproof strips and boulevards, noise and gas protection strips, plantings located on the territory of sanitary protection zones of industrial enterprises, hospital complexes) 	The green ring		Green radius		↑ FACTORS ↓	
	The water-green arc		Green Kernels			INTERNAL <ul style="list-style-type: none"> natural and climatic features of the design, construction and operation environment; landscape and spatial factors of the location area; specific factors of the urbanized environment, social environment and urban context; planning-compositional and technical-constructive invariants; environmental and sanitary-technological requirements; legal requirements, financial constraints and resources; the general socio-cultural context and global/local trends affecting recreational activities
	Water-green diameter		Water-green corridors and green connections			
	Green wedges		Elements of the local (micro) level			
OBJECT-BASED MODELING	Formats of the frame elements					
	Community open spaces	Ecological landscapes	Blue + Green infrastructure	Working + productive landscapes	Transitional landscapes	
Analysis of specific objects of the territory according to criteria: <ul style="list-style-type: none"> location; natural conditions; zoning; functional content; the ratio of functions; the ratio of materials and components; of the medium; ecological approach; route analysis; design code of the place 	Landscapes for recreation, social life and small-scale food cultivation	Meadows and forests that provide habitat and other environmental benefits	Landscapes that capture stormwater and clean air	Landscapes that generate new knowledge, grow energy and food, and create new urban experiences	Temporary landscapes that clean soil and enable new forms of social life and creative displays	
	<ul style="list-style-type: none"> playgrounds; neighborhood parks; sports fields; regional parks; plazas; recreation centers; trails/greenways; urban gardens; farmers markets 	<ul style="list-style-type: none"> nature parks; industrial nature parks; rapid reforestation; successional road; roads to rivers 	<ul style="list-style-type: none"> large lakes; smaller retention ponds; infiltration park; swales and infiltration medians; roadside ponds (along wide roads); green industry buffer; parks with a carbon footprint minimization system 	<ul style="list-style-type: none"> research landscape; urban farm; aquaculture and hydroponics; algae-culture; energy fields or forests; homesteads; campgrounds 	<ul style="list-style-type: none"> event landscapes; remediation fields or forests; art-scapes; urban meadows 	

CONCLUSION AND DISCUSSION

Within the framework of the work done, based on the highlighted environmental approaches and methods of designing public riverside spaces, a concept of public space development with the improvement of an eco-park on the riverside territory of the Tom River and a pedestrian “inhabited” bridge over the Tom River in Novokuznetsk was developed. In the perspective of riverside territories development, the area under consideration has great potential for creation of a single

WGUF. The proposed concept unites large forest areas of the riverside territory of the main water artery of Novokuznetsk into a single system of eco-corridors, creating in the heart of the industrial city a cultural, economic, ecological and entertainment cluster, which can become the main centre of attraction in the region and provide coordination through the harmonious introduction of natural landscapes into the urban environment. The project envisages a common design code for the entire territory, which can be traced in the colour scheme, small architectural forms of the same style, and

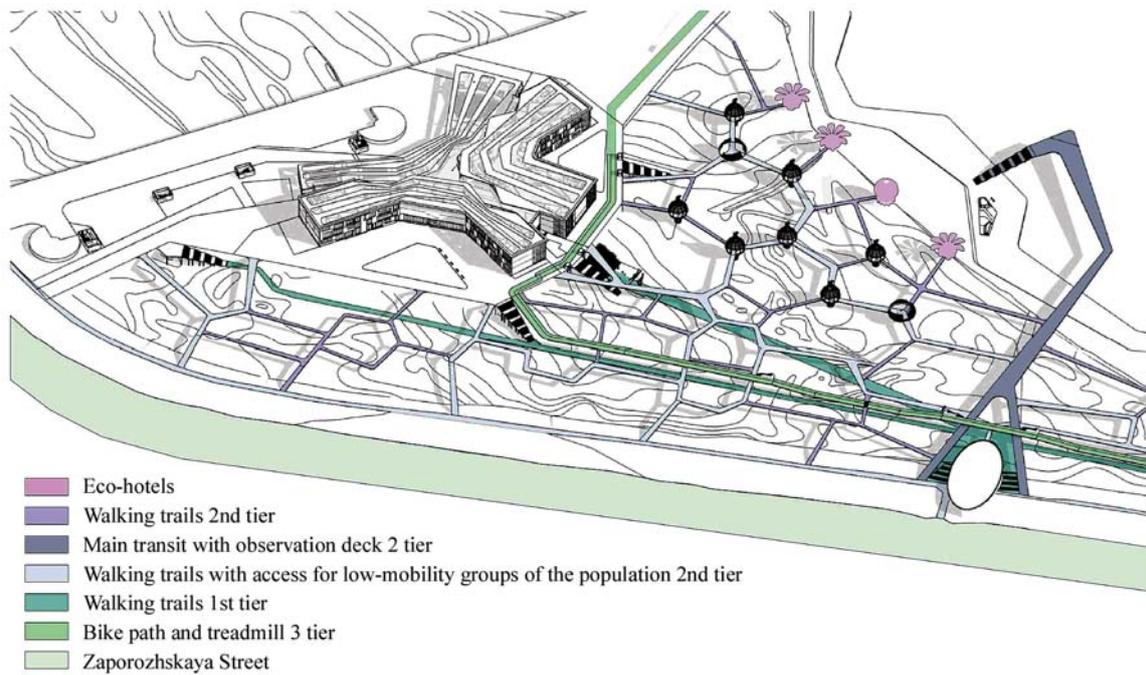


Fig. 11. Schematic diagram of a fragment of the ecopark and cultural centre (by D.D. Andropova)

the use of uniform finishing eco-materials. In the long term, the developed cluster will have a favourable impact on the environmental situation in the city, increase the level of public interest in the preservation of natural landscapes and increase the level of economic attractiveness. The concept is developed within the framework of sustainable development, which will ensure economic and environmental stability.

In the area under consideration, adhering to the approach of multifunctionality, it is proposed to locate a large cultural and educational centre, an eco-park and a multifunctional pedestrian bridge to the right bank of the Tom River. The concept provides for the preservation of a rare invasive species of vegetation — black poplars. “Verticality” of the solution through the formation of the ecopark in two levels. The lower terrace is solved in the form of walking paths in natural wood materials with the placement of ecological stations and sites with eco-benches and children’s equipment on open glades, where interaction with water is introduced. The presence of such sites will increase the interest of citizens in environmental problems and preservation of natural corners of the city, as well as instil in children an interest in nature. The soil is planted with a variety of cereal crops, which together with poplars filter water in the river during seasonal floods.

The upper terrace, due to severe flooding, consists of paths raised 7 metres above the ground between trees. On them are designed viewing and children’s playgrounds, recreation areas and energy-efficient eco-hotels overlooking the Tom River (Fig. 11). All elements of the concept are designed within the framework of adaptability: each element is able to change, taking

into account the context of activities, their seasonality, economic, natural and social changes in society.

Safe, quick and convenient access for all groups of visitors is ensured by designing a barrier-free environment. Accessibility and safety are shaped by public transport stops in close proximity to the cultural centre and the presence of elevated passages equipped with lifts for low mobility groups (LMG), which are located above the busy motorway along the entire design area. The entire park is also equipped with waterproof lifts for comfortable movement between the different levels of the park.

The concept envisages an energy efficiency class A+ for all structures, which will increase the Environmental Performance Index (EPI)⁸.

The pedestrian bridge is designed as a large pedestrian transit with the location of a cultural and exhibition centre and a garden with a tulip farm (Fig. 12).

It provides a link between the park and the main points of attraction on the opposite bank: the Kuznetsk Ecological Trail, the Topolniki Nature Monument and the proposed railway station, thanks to which there is an additional attraction of potential visitors, which supports the economic stability of the cultural cluster. This solution ensures a continuous pedestrian flow between the main city nodes and connects large forest areas into a single network of Novokuznetsk’s water and green framework. On the bridge it is proposed to place point landscaping in the form of a botanical garden with tropical plants, which also contributes to the creation of eco-corridors to reduce the anthropogenic load on the main water artery of the city, the Tom River. Small

⁸ Environmental Performance Index. URL: <https://epi.yale.edu/>

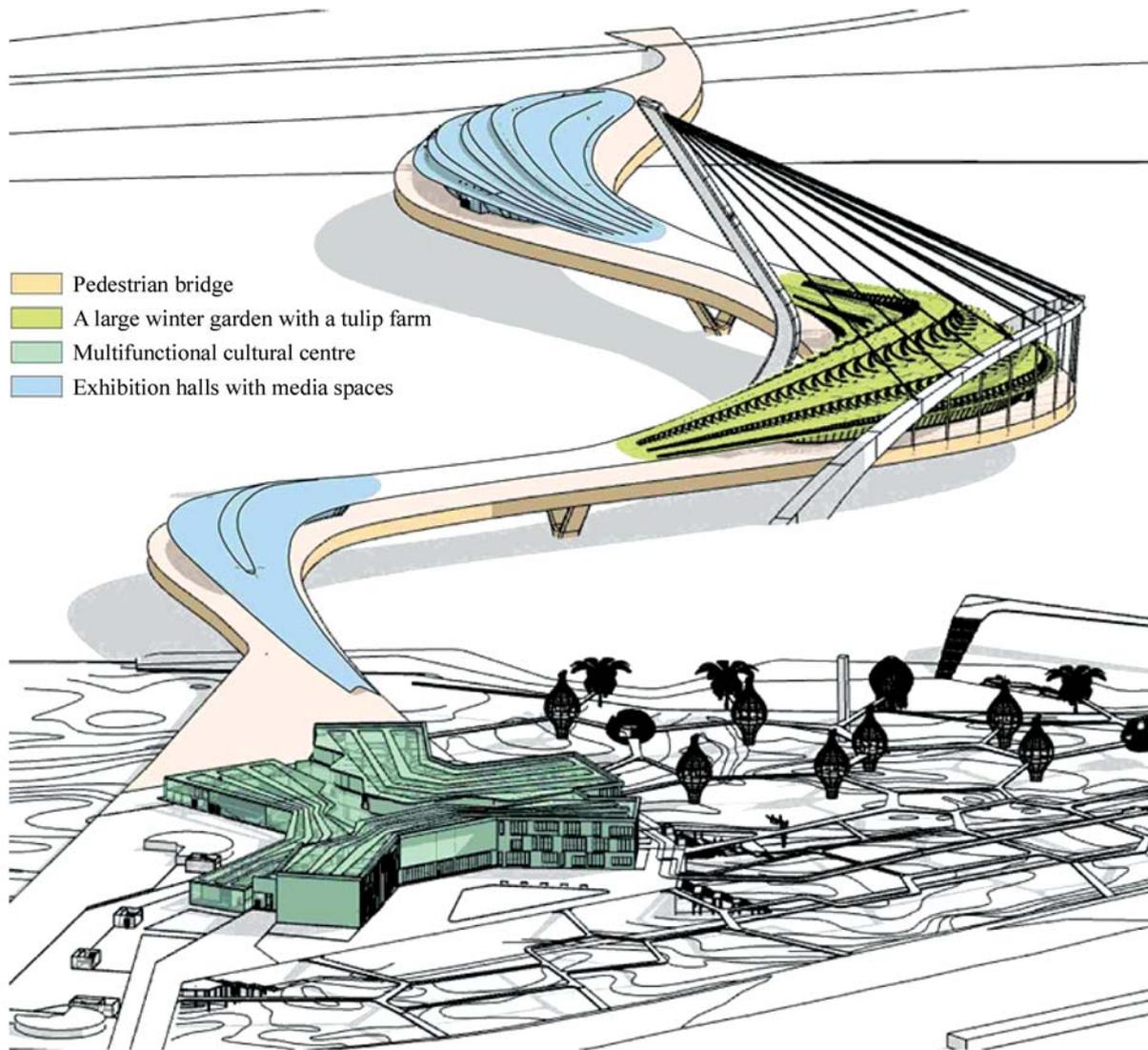


Fig. 12. Scheme of a multifunctional pedestrian bridge over the Tom River (by D.D. Andropova)

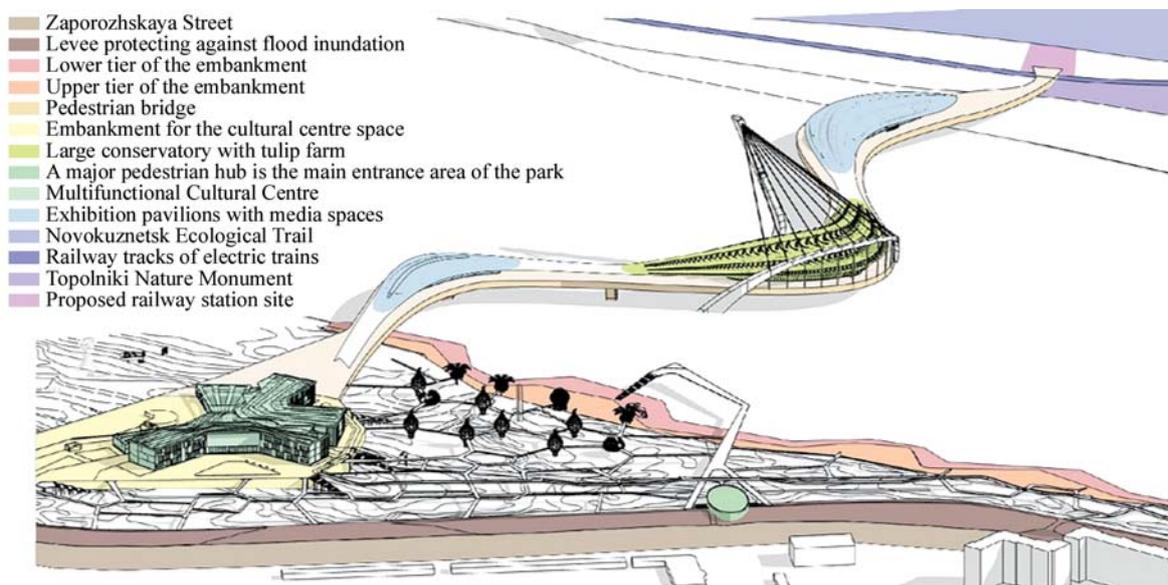


Fig. 13. General scheme of the proposed concept (by D.D. Andropova)

clusters of fruit and berry plants are provided throughout the bridge's pavement area to allow insect pollinators to move across the river, which helps to maintain the diversity of the biocenosis. The curved configuration of the bridge creates different wind regimes on its sections, thus reducing the overall wind load on the bridge pavement. This solution makes it possible to keep the floral dispersion of volatile organic compounds relatively constant to create a comfortable microclimate for flower pollinators and thus form an eco-

logical corridor [29]. Such a bridge in the future can become a unique object of architecture in the field of ecological and salutogenic design.

The general scheme of the proposed concept is shown in Fig. 13.

The central location of a large ecological complex in the city structure makes it possible to unite the historical and administrative nodes of attraction into a single system of cultural and recreational spaces in Novokuznetsk.

REFERENCES

1. Li Y.Y., Zhang Y.Z., Jiang Z.Y., Guo C.X., Zhao M.Y., Yang Z.G. et al. Integrating morphological spatial pattern analysis and the minimal cumulative resistance model to optimize urban ecological networks: a case study in Shenzhen City, China. *Ecological Processes*. 2021; 10(63). DOI: 10.1186/s13717-021-00332-2
2. Gayen J., Datta D. Application of pressure–state–response approach for developing criteria and indicators of ecological health assessment of wetlands: a multi-temporal study in Ichhamati floodplains, India. *Ecological Processes*. 2023; 12(34). DOI: 10.1186/s13717-023-00447-8
3. Brettschneider D.J., Spring T., Blumer M., Welge L., Dombrowski A., Schulte-Oehlmann U. et al. Much effort, little success: causes for the low ecological efficacy of restoration measures in German surface waters. *Environmental Sciences Europe*. 2023; 35(31). DOI: 10.1186/s12302-023-00736-1
4. Danilina N.V., Majorzadehzahiri A. Analysis situation of urban green space framework in Tehran. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2021; 16(8):975-985. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.8.975-985 (rus.).
5. Beretić N., Đukanović Z., Campus G. Plural city: layered singularities and urban design: case of Belgrade City (RS). *City, Territory and Architecture*. 2022; 9(11). DOI: 10.1186/s40410-022-00154-5
6. Zhou Y., Chen G., Zhou W. Sustainable urban systems: from landscape to ecological processes. *Ecological Processes*. 2022; 11(26). DOI: 10.1186/s13717-022-00371-3
7. Tarek S., Ouf A.S.E.D. Biophilic smart cities: the role of nature and technology in enhancing urban resilience. *Journal of Engineering and Applied Science*. 2021; 68(40). DOI: 10.1186/s44147-021-00042-8
8. Song S., Wang S.H., Shi M.X., Hu S.S., Xu D.W. Multiple scenario simulation and optimization of an urban green infrastructure network based on complex network theory: a case study in Harbin City, China. *Ecological Processes*. 2022; 11(33). DOI: 10.1186/s13717-022-00372-2
9. Tiang D.C.F., Morris A., Bell M., Gibbins C.N., Azhar B., Lechner A.M. Ecological connectivity in fragmented agricultural landscapes and the importance of scattered trees and small patches. *Ecological Processes*. 2021; 10(20). DOI: 10.1186/s13717-021-00284-7
10. Yeang K., Dilani A. *Ecological and Salutogenic Design for a Sustainable Healthy Global Society*. Cambridge, Cambridge Scholars Publishing House, 2021; 280.
11. Kaisarova E.A. Features of the formation of an urban water-green system on the example of the city of Minsk. *Innovative technologies in construction and housing and communal services are the basis for the formation of the urban environment : collection of articles from a scientific and practical conference held as part of the student competition "Building a New City"*. 2020; 30-33. EDN LNGXJD. (rus.).
12. Bulatova E.K., Ulchitsky O.A., Salnikova M.Yu. "Green" architecture of city embankments: on the example of Yekaterinburg. *Urbanism*. 2021; 1:99-108. DOI: 10.7256/2310-8673.2021.1.32702 (rus.).
13. Arkadyeva V.V., Shkolnikova I.G. Features of the formation of an ecological park on the city island as the core of the water-green framework in the city of Astrakhan. *The Eurasian Scientific Journal*. 2022; 14(4):1. EDN MIHOMO. (rus.).
14. Iakovleva K.S., Bezrukova A. Trends of coastal and park space on the example of Kanonersky island. *Innovation and Investment*. 2022; 7:111-114. EDN MLNASQ. (rus.).
15. Klimov D.V., Smirnova S.Yu., Tkachenko L.Ya. The natural and ecological framework is the basis of sustainable urban development of the Moscow region. *Academia. Architecture and Construction*. 2023; 1:71-79. DOI: 10.22337/2077-9038-2023-1-71-79. EDN ORXLDH. (rus.).
16. Zolotareva E.V., Korenkova E.A. Analysis of the influence of types of spatial structures of public gardens of the Orel city on the architectural and ecological sustainability of urbanized landscapes. *Vestnik MGSU* [Monthly Journal on Construction and Architecture]. 2021; 16(12):1541-1548. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.12.1541-1548. EDN BJSZLL. (rus.).
17. Efimova T.B. The system of green spaces as an ecological framework of Penza city. *Architecture*

- and *Modern Information Technologies*. 2023; 3(64): 233-246. DOI: 10.24412/1998-4839-2023-3-233-246. EDN XPRUIC. (rus.).
18. Gribanova N.V., Schkolnikova I.G. Formation of the system of public river spaces as a tool of development of the water-green framework of the city of Perm. *Innovation and Investment*. 2022; 9:149-156. EDN ZVKLKY. (rus.).
19. Gomozov V.I. Reconstruction of the “gray belt” of St. Petersburg: the problem of forming a green frame. *Innovation and Investment*. 2022; 7:115-118. EDN VSALRE. (rus.).
20. Ismagilova S.Kh., Sivtsev A.V., Zakirova Yu.A. Urban development of recreational and tourist centres in the Lena coastal area (Yakutia). *Journal of Construction and Architecture*. 2021; 23(5):23-36. DOI: 10.31675/1607-1859-2021-23-5-23-36. (rus.).
21. Silin R.V., Korbut E.E. Functional zoning of park territories in large cities of Belarus: development of methods and quality assessment. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2023; 18(1):11-23. DOI: 10.22227/1997-0935.2023.1.11-23. EDN QPDAKU. (rus.).
22. Ozhegova E.S., Chursina L.V. Modern concept of architectural scenography of urban and park spaces. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2024; 1(66):294-308. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-294-308. EDN IGFPPA. (rus.).
23. Zhiltsova O.K. Modern concept “urban natural framework”. Its development and comprehension. *Innovation and Investment*. 2023; 2:150-154. EDN ZUHRY. (rus.).
24. Gorgorova Yu.V. Architectural activation of the cultural attractiveness of the urban environment. *Architecture and Modern Information Technologies*. 2024; 1(66):224-233. DOI: 10.24412/1998-4839-2024-1-224-233. EDN CMIYMS. (rus.).
25. Ochirova D.D., Surovenkov A.V., Demin A.V. Analysis of the world experience of designing ecoparks, taking into account the natural, climate and cultural conditions. *Innovation and Investment*. 2020; 5:260-263. EDN UWTCEY. (rus.).
26. Yanitskii O.N. Eco-modernization of Russia: problems, concepts, solutions. *History and Modernity*. 2008; 2:95-116. EDN JTLSBV. (rus.).
27. Telichenko V.I., Benuzh A.A., Suhinina E.A. Interstate green standards of formation sustainable built environment vital activity. *Vestnik MGSU [Monthly Journal on Construction and Architecture]*. 2021; 16(4):438-462. DOI: 10.22227/1997-0935.2021.4.438-462. EDN EXLUMH. (rus.).
28. Levakova I.V., Arustamov E.A. Some aspects of the environmental assessment of the Kemerovo region. *The Eurasian Scientific Journal*. 2019; 11(6):35. EDN UVSGWR. (rus.).
29. Wang Y., Jia S., Wang Z., Chen Y., Mo S., Sze N.N. Planning considerations of green corridors for the improvement of biodiversity resilience in suburban areas. *Journal of Infrastructure Preservation and Resilience*. 2021; 2(6). DOI: 10.1186/s43065-021-00023-4

Received May 8, 2024.

Adopted in revised form on May 8, 2024.

Approved for publication on May 11, 2024.

B I O N O T E S: Daria D. Andropova — student; Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin); 113 Leningradskaya st., Novosibirsk-8, 630008, Russian Federation; andropova@live.ru;

Juliya E. Nizhegorodtseva — Senior Lecturer, Deputy Head of the Department of Architecture and Urban Reconstruction; Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin); 113 Leningradskaya st., Novosibirsk-8, 630008, Russian Federation; yu.nizhegorodtseva@sibstrin.ru;

Alexey A. Gudkov — Candidate of Architecture, Professor of the Department of Architecture and Urban Reconstruction; Novosibirsk State University of Architecture and Civil Engineering (Sibstrin); 113 Leningradskaya st., Novosibirsk-8, 630008, Russian Federation; aa_gudkov@mail.ru.

Contribution of the authors:

Daria D. Andropova — collection and processing of the material, writing the text of the article, making a layout, creating diagrams and tables.

Juliya E. Nizhegorodtseva — the concept of research, material processing, text revision.

Alexey A. Gudkov — scientific supervisor, scientific text editing.

The authors declare that there is no conflict of interest.