

ГРАДОСТРОИТЕЛЬСТВО И УРБАНИСТИКА

Научная статья

УДК/UDC 502:711.5-168(470.21-25)

DOI: 10.24412/1998-4839-2024-4-239-255

Применение экосистемного подхода к регенерации нарушенных городских территорий г. Мурманска**Наталья Георгиевна Благовидова^{1✉}, Дмитрий Владимирович Девятков²**^{1,2}Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия¹nablago7@yandex.ru ²devt.dima00@gmail.com

Аннотация. В статье рассматривается глобальная проблема нарушенных территорий, распространённых в различных климатических зонах, особенно в Арктической зоне РФ. Исследуются основные причины появления нарушенных территорий в городе Мурманске и в его ближайшем окружении. Определяется терминология нарушенных территорий на основе исследований в градостроительной, социально-экономической и биологической сферах. Проводится аналитический обзор зарубежных реализованных проектов с применением экологических практик. Итогом исследования является создание методологии экосистемного подхода на основе экологических практик из рассматриваемых примеров, и выявление преимуществ экосистемного подхода как многосторонней стратегии для восстановления нарушенных территорий.

Ключевые слова: экосистема, экосистемный подход, экосистемные услуги, нарушенные территории, городская среда, Арктическая зона, город Мурманск

Для цитирования: Благовидова Н.Г. Применение экосистемного подхода к регенерации нарушенных городских территорий г. Мурманска / Н.Г. Благовидова, Д.В. Девятков // Architecture and Modern Information Technologies. 2024. №4(69). С. 239-255. URL: https://marhi.ru/AMIT/2024/4kvart24/PDF/17_blagovidova.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-4-239-255

TOWN-PLANNING AND URBAN DESIGN STUDIES

Original article

Application of the ecosystem approach to the regeneration of disturbed urban areas in the city of Murmansk**Natalia G. Blagovidova^{1✉}, Dmitry V. Devyatov²**^{1,2}Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia¹nablago7@yandex.ru ²devt.dima00@gmail.com

Abstract. The article addresses the global issue of disturbed territories common in various climate zones, particularly in the Arctic zone of the Russian Federation. It explores the primary causes of disturbed territories in the city of Murmansk and its immediate surroundings. The terminology of disturbed territories is defined based on studies in urban planning, socio-economic, and biological fields. An analytical review of international projects implementing ecological practices is conducted. The study results in the development of a methodology for the ecosystem approach based on the ecological practices from the examined examples and highlights the advantages of the ecosystem approach as a multifaceted strategy for restoring disturbed areas.

Keywords: ecosystem, ecosystem approach, ecosystem services, disturbed territories, urban environment, Arctic zone, Murmansk

For citation: Blagovidova N.G., Devyatov D.V. Application of the ecosystem approach to the regeneration of disturbed urban areas in the city of Murmansk. *Architecture and Modern Information Technologies*, 2024, no. 4(69), pp. 239-255. Available at: https://marhi.ru/AMIT/2024/4kvart24/PDF/17_blagovidova.pdf DOI: 10.24412/1998-4839-2024-4-239-255

В настоящее время более половины населения мира проживает в городах. Подобная ситуация приводит к ряду проблем, включая деградацию окружающей среды и усиление социальной нестабильности. Освоение новых территорий способно повышать уровень загрязнения и разрушать существующие биологические экосистемы. Вместо того, чтобы сосредоточиться на уплотнении существующих городских территорий, в России распространяется тенденция к расселению на новые территории.

Как следствие, распространение застройки на новые территории приводит к неэффективному землепользованию, раздробленности застройки и увеличению нагрузки на транспортную инфраструктуру. Социально-экономические исследования Н.Ю. Сопилко показали, что разрастание городов формирует разногласия между пользователями городской среды (жителями города и туристами), а также приводит к сегрегации жилой застройки по уровню доходов, социальной изоляции и конфликтам в сфере землепользования. С точки зрения экологического воздействия, урбанизация новых территорий способствует сокращению площадей участков дикой природы. По мнению П. Теодору, процесс застройки новых территорий вызывает уменьшение популяций животных из-за утраты среды обитания в результате антропогенной деятельности человека [1, 2].

По прогнозам, население Земли достигнет пика в 8,6 миллиарда к 2050 году и снизится до 7 миллиардов к 2100 году³. Рост численности населения увеличит уровень урбанизации и вызовет проблемы в экологической, социально-экономической и управленческой сферах, если сохранятся текущие тенденции. Решение проблем нарушенных территорий с помощью концепции устойчивого развития имеет ключевое значение для эффективного управления городами, особенно в Арктике с её уникальными условиями проживания. Опорные пункты арктических поселений меньше по площади и плотности населения, чем крупные города, а климатические условия и географическая изоляция создают неблагоприятную среду для жителей, что приводит к оттоку населения. Процесс урбанизации в Арктике связан с высоким уровнем индустриализации, приводящей к появлению нарушенных территорий. Рост крупных арктических поселений происходил в 1950-1960-е годы за счёт малых населённых пунктов, которые продолжают сокращаться, а некоторые были полностью заброшены по социально-экономическим и политическим причинам. По исследованию Д.А. Геращенко, исторические тренды арктических территорий меняются в ответ на появление новых предпосылок и условий освоения Арктики. Вследствие этого появляются и новые проблемы в городской среде, требующие комплексного подхода для эффективного использования ресурсов города. Развитие арктических городов происходило по двум основным направлениям – созданию военных баз и разработке полезных ископаемых, целью которых являлась охрана государственных границ и получение прибыли [3]. Для таких территорий, требующих значительных ресурсов (в том числе человеческих), рационально было бы развивать крупные и средние города, способные аккумулировать значительные финансовые ресурсы и создавать муниципальные образования.

Цель исследования – рассмотреть мировой опыт применения экосистемного подхода в процессе регенерации нарушенных территорий города и показать потенциал

³ Report: Global population could peak below 9 billion in 2050s. URL: <https://phys.org/news/2023-03-global-population-peak-billion-2050s.html> (дата обращения: 14.04.2024).

неиспользуемых территорий. В соответствии с целью, в статье поставлены следующие задачи: определить и изучить типологию нарушенных территорий, провести анализ существующих проектов восстановления нарушенных территорий на основе зарубежного опыта проектирования, включающего в себя экосистемный подход, выявить особенности в восстановлении нарушенных территорий для Арктической зоны и предложить методологию экосистемного подхода для реабилитации нарушенных территорий города.

Как уже было отмечено, основной фактор появления нарушенных территорий заключается в антропогенной деятельности человека – загрязнение окружающей среды, утрата биоразнообразия и эрозия почв, являются распространёнными во всём мире проблемами характерными для разных климатических зон. Например, в Арктике это связано с работой промышленных предприятий, которые по мере развития и расширения приводят к деградации как природных экосистем, так и зелёных городских территорий. В настоящее время подобный процесс обусловлен развитием арктических городов, в которых сочетаются функции портово-промышленных и военных объектов.

Термин «нарушенные территории» со временем претерпел изменения и варьируется в зависимости от контекста и сферы исследований. Опираясь на работы В.Д. Оленькова, А.А. Петровой и Е.В. Абакумова, «нарушенные территории» можно определить как участки, подвергшиеся критическим антропогенным изменениям, делающим их использование без рекультивации невозможным. Такие территории оказывают комплексное отрицательное влияние на природные и городские экосистемы, здоровье горожан, социальную и экономическую среду [4, 5]. Нарушенные территории подразделяются на две большие категории: внутригородские и находящиеся за пределами города. Это имеет важное значение для исследований в области городской экологии и планирования, так как позволяет лучше понимать динамику городских экосистем. Эти изменения проявляются в биоразнообразии, циркуляции природных ресурсов и изменении взаимодействия человека с окружающей средой.

Присутствие нарушенных территорий в городах отражается на социальной сфере. Исследования, проведённые на основе работ С. Брауна и других авторов в США, выявили негативное влияние нарушенных и депрессивных территорий на физическое и психологическое состояние человека. В этих исследованиях анализировались потенциальные взаимосвязи между искусственной средой депрессивного района города и психологическим состоянием пожилых людей. Результаты наблюдения показали, что разнообразие архитектурных решений, облегчает визуальные и социальные контакты между жителями города, и имеют прямую связь с физическим состоянием людей [6].

Устойчивость в городском планировании

Создание устойчивой городской среды является важным аспектом развития города. Это способствует улучшению качества жизни его жителей, экономическому росту и защите окружающей среды. Устойчивое развитие также помогает в решении проблемы нарушенных территорий в городе. Методы и практики устойчивого развития включают в себя рекультивацию и регенерацию заброшенных или загрязнённых участков, что приводит к созданию новых общественных пространств, улучшению биоразнообразия и снижению уровня загрязнения, и в итоге формирует более здоровую и привлекательную городскую среду.

Принцип устойчивого развития городской среды направлен на минимизацию негативного воздействия на окружающую среду, предусматривая применение природных материалов, эффективное использование экономических ресурсов, энергосбережение и использование возобновляемых источников энергии в долгосрочной перспективе. Экономический аспект устойчивого развития основан на теории торгового цикла Хикса, который предполагает эффективное использование ограниченных ресурсов и внедрение экологически чистых технологий, таких как добыча и переработка различных типов ресурсов для производства; создание экологически приемлемой продукции, сокращение, переработка и ликвидация

отходов⁴. Социальный аспект устойчивого развития ориентирован на людей, поддержание экономической стабильности и снижение конфликтов между горожанами – пользователями городской среды. Экологический аспект устойчивого развития сосредоточен на сохранении целостности биологических и физических природных систем [7].

Городские экосистемы представляют собой динамические системы, схожие с природными, но включающие в себя как природные, так и антропогенные элементы. Взаимодействие этих элементов зависит не только от природной среды, но и от культурной среды, поведения людей, политики, экономики и социальной структуры общества. Городская экосистема объединяет природную и застроенную территорию⁵. На основе данных ООН, экосистема, существует «за счёт постоянного взаимодействия живых организмов друг с другом в окружающей среде». ООН выделяют в планетарном масштабе пять типов экосистем: агроэкосистемы, прибрежные, лесные, пресноводные, травянистые, выделяя отдельно полярные регионы и урбанизированные. Урбанизированные экосистемы занимают малую часть суши, а основным фактором их оценки является степень высокоствольного озеленения [8].

Однако, помимо устойчивого подхода, в проектировании, существуют и другие экологические практики, такие как зелёная инфраструктура (Green Infrastructure). В городском планировании концепция зелёной инфраструктуры направлена на восстановление городских лесов, сохранение водосборных бассейнов, разработку новых зелёных коридоров и парков и озеленение территории застройки, что оказывает благоприятное воздействие на ландшафт и ориентирована на экологические и социально-экономические составляющие [9, 10]. Подход, применяемый в меньшем масштабе – это природоориентированные методы (Nature-based Solutions), которые часто используются для уменьшения негативного воздействия городской среды и её факторов на человека и природу, а также для решения экологических проблем, таких как изменение климата и загрязнение воздуха. Эти методы предполагают создание локальных экосистем в городской среде для сохранения или повышения биоразнообразия⁶. Ещё одной стратегией устойчивого метода проектирования является водный менеджмент, включающий в себя управление водоотводящей системой в городе/квартале, например использование озеленения в качестве биодренажа для снижения нагрузки на дренажную систему в периоды пиковых выпадений осадков.

Указанные методы и практики ориентированы на городскую экосистему и обеспечивают её жителей природными ресурсами, здоровой средой, а также экологическими и экономическими преимуществами. На основе обзора работ Н.В. Василенко выделены ключевые функции экосистемных услуг, которые предоставляет городская среда пользователям, включая жителей и туристов: контроль опасных природных процессов, регуляция почвы, туристско-рекреационный потенциал, культурные ценности и сохранение биоразнообразия [11].

Для решения проблем нарушенных территорий необходимы комплексные методы восстановления, а также их интеграция в планировочную структуру города. Важно сформировать принципы экосистемного подхода в градостроительстве, на основе опыта применения экологических методов восстановления нарушенных территорий в городской среде.

В качестве примера применения экологических практик можно рассмотреть Западную Гавань в Мальмё (Вестра Хамнен или Vo01), которая изначально использовалась в

⁴ Hicks' Theory of Trade Cycle (With Diagram). URL: <https://www.economicdiscussion.net/theories/hicks-theory/hicks-theory-of-trade-cycle-with-diagram/10429> (дата обращения: 14.04.2024).

⁵ Urban Ecosystems // The global development research center: official website. URL: <https://www.gdrc.org/sustdev/concepts/23-u-eco.html> (дата обращения: 14.04.2024).

⁶ Nature-Based Solutions for Urban Challenges. URL: <https://www.unep.org/resources/emerging-issues/nature-based-solutions-urban-challenges> (дата обращения: 14.04.2024).

качестве судостроительного порта, а сам город на период 1960-х был известен как развитый промышленный центр. Однако после экономического кризиса 1970-х в районе закрылись промышленные предприятия и начался процесс упадка, сопровождающийся оттоком населения. В начале 1990-х был открыт автомобильный завод Saab-Scania, просуществовавший до 1996 года. В конце 1990-х возникла необходимость восстановить проблемный участок и интегрировать его в городскую среду. Для этого была разработана стратегия развития восстановления нарушенных территорий, основанная на следующих принципах⁷:

1. Зелёное строительство – возможность использования экологически чистых технологий (рис. 1а) в строительстве. В проект застройки территории включена программа качества, оценивающая зелёные насаждения и цветовые решения для застройки. Для Vo01 были апробированы новые методы применения строительных материалов.

2. Санация почвы – процесс очистки загрязнённой почвы, включающий в себя снижение и удаление загрязняющих веществ из почвы, следующими методами: промывка, химическое окисление и стабилизация почв. Подобный подход привёл к повышению качества экологического состояния малозагрязнённых почв.



Рис. 1. Швеция, г. Мальмё, район Вестра Хамнен (Западная гавань), Мастер-план Vo01: а) схема зелёных коридоров; б) схема пешеходных маршрутов

3. Компактность – уплотнение застройки и насыщение её жилыми и общественными функциями. В дополнение, планировалось уменьшить потребность в транспорте для горожан и создать систему передвижения для велотранспорта и пешеходов (рис. 1б). В районе Vo01 уличная сеть состоит из смешанного типа застройки, пешеходных зон, велосипедных дорожек и открытых площадей. В проекте набережная соединяет скверы и зелёные зоны, образуя протяжённый прогулочный променад. На внутренней территории Вестра Хамнен запрещено автомобильное движение, а парковка расположена за её пределами.

4. Управление экосистемами – подход к управлению природными ресурсами, обеспечивающий устойчивое развитие застройки в долгосрочной перспективе. В районе Vo01 применяется несколько стратегий экологического обращения с отходами. По всему району функционируют системы сортировки, предусматривающие два способа обращения с отходами: вакуумное удаление и систему производства биогаза. Поверхности пешеходных зон покрыты легко снимаемой плиткой и камнями, которые можно повторно

⁷ Western Harbor in Malmö. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:877640/FULLTEXT01.pdf> (дата обращения: 14.04.2024).

использовать для обрамлениярядок или создания декоративной мозаики в общественных пространствах города.



Рис. 2. Прибрежная зона (вид сверху) в г. Мальмё, район Вестра Хамнен (Западная гавань), Швеция

Задачей проектировщиков района Vo01 было создание защищённого пространства, оберегающего жителей от сильных ветров и ливней и направленного на повышение качества жизни за счёт формирования пешеходно-ориентированной среды⁸. Заинтересованные стороны – администрация города, департамент городского планирования, девелоперы, энергетическая компания Sydkraft AB, представители бизнеса и архитектурные бюро – также участвовали в разработке программы устойчивой среды для проекта Vo01, установившей новые стандарты проектирования. Программа содержала ряд требований к восстанавливаемой территории и была направлена на⁶:

- Введение экологического стандарта для застройщиков, обеспечивающего создание комфортной среды.
- Разработку методологии проектирования с акцентом на создание экологически чистой среды для новых городских проектов.
- Высокое качество предоставления экосистемных услуг горожанам.
- Создание медийных площадок.
- Адаптируемость проектных решений в долгосрочной перспективе.

Опыт восстановления района Вестра Хамнен из промышленного центра в многофункциональное городское пространство оказал значительное влияние на Мальмё, благодаря своей направленности на социально-экономические и биологические аспекты (рис. 1а, 2). Проект позволил улучшить транспортную доступность внутри Мальмё, объединив Западную гавань с центром города. Итогом стала разработка модели устойчивого развития Вестра Хамнен до 2031 года, которая повлияла на ребрендинг Мальмё как города, ориентированного на экологически чистую среду.

Программа «Город-губка» (Sponge City Program, SCP) демонстрирует использование городской экосистемы для оптимизации отвода ливневых вод. Этот подход позволяет городу поглощать воду и медленно сбрасывать её в озёра и реки, помогая предотвращать наводнения. Концепция города-губки была предложена китайским ландшафтным

⁸ Там же.

архитектором Концзянь Ю и в 2014 году стала частью урбанистической политики Шанхая⁹ (рис. 3а). Примером города-губки можно назвать Нью-Йорк с его Центральным парком (рис. 5б). В таких городах осадки впитываются через водопроницаемые поверхности и зелёные насаждения, а затем медленно сбрасываются в водоёмы. Этот процесс снижает нагрузку на канализационные системы и способствует более экологичному циклу использования воды в городах. В Китае более 654 города уязвимы к наводнениям, и реализация программы SCP направлена на борьбу с паводками и смягчение их последствий [7].



а)



б)

Рис. 3. «Парки-губки»: а) Sanya Mangrove Park, Шанхай, Китай; б) Центральный парк, Нью-Йорк, США

В этом примере уделено внимание биологическому аспекту и водному менеджменту. Природоориентированные решения (NbS) в городском планировании раскрывают потенциал развития города в гармонии с природой, сохраняя существующие биологические экосистемы.

Заключительный пример, город Кируна, расположенный в Швеции, в развитии которого использовались методы экосистемного подхода в проекте «100-летний мастер-план». Город был построен как «образцовый», для размещения горняков и их семей, в местности, где велась добыча железной руды. В связи с нестабильностью грунта, вызванной расположением промышленных туннелей под городом, возникла необходимость переноса центральных и других районов, подвергшихся воздействию¹⁰.

Рудник Кируна, которому более 100 лет, привёл к значительным нарушениям экосистемы города. Последствием антропогенного влияния рудника на природу стало образование трещин в почве и зданиях. Местная социальная инфраструктура также пострадала: в здании больницы появились трещины, а школа стала небезопасной. В ответ на эти нарушения городские власти Кируны начали внедрять принципы устойчивого развития в городское планирование, чтобы снизить воздействие промышленности на городскую среду. Особое внимание уделялось рациональному использованию природных ресурсов и интеграции экологически чистой энергетики в городской ландшафт. Помимо использования энергии от ветра и централизованного отопления, значительный объём энергии производится из тепловой энергии, выделяемой горнодобывающей

⁹ Города-губки. Учимся у природы // Аналитическая служба ГеоИнфо. URL: <https://geoinfo.ru/product/analiticheskaya-sluzhba-geoinfo/goroda-gubki-uchimsya-u-prirody-47511.shtml> (дата обращения: 14.04.2024).

¹⁰ Kiruna masterplan. URL: <https://ecosistemaurbano.com/masterplan-for-kiruna> (дата обращения: 14.04.2024).

промышленностью, что позволяет руднику и городу сосуществовать на симбиотическом уровне¹¹.

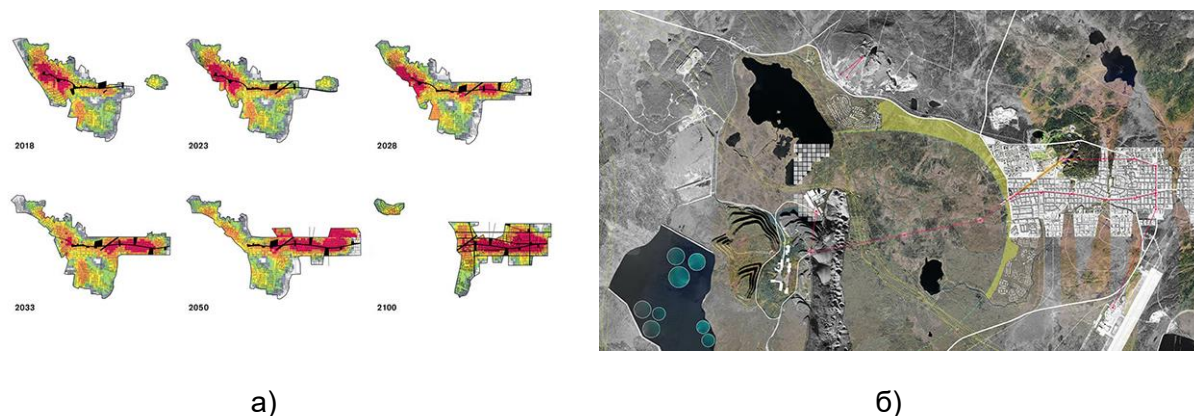


Рис. 4. Кируна, северный город Швеции: а) концепция развития из 6 этапов; б) мастер-план последнего этапа программы

Проект «100-летний мастер-план», разделённый на 6 этапов, представляет собой программу массовой реабилитации застройки города до 2100 года. На данный момент реализованы первые 2 этапа проекта, которые включают в себя интеграцию промышленности и природы, вынос предприятий за черту города и постепенное перемещение селитебной зоны города к 2100 году с северо-запада на восток. Концепция восстановления городской среды предполагает создание адаптируемой, экологической и безопасной системы общественного транспорта, включающей канатную дорогу и грузовую железнодорожную линию. Застройка города одновременно растёт линейно на восток (рис. 4а), и расширяется с севера на юг для жилой квартальной застройки¹². Такая концепция зонирования позволяет природным территориям оставаться нетронутыми и взаимодействовать с общественными (рис. 4б) и селитебными зонами, что в результате обеспечивает сопряжённое развитие природных и застроенных территорий.

Рассмотренные примеры демонстрируют комплексный подход к восстановлению нарушенных городских территорий, включающий концепции зелёной инфраструктуры (Green Infrastructure), природоориентированные решения (Nature-based Solutions), экосистемные услуги города и устойчивое развитие, которые вместе формируют экосистемный подход, применимый в различных городских условиях. Данный подход может использоваться и для городов арктической зоны РФ, включая Мурманск. Комплексное восстановление нарушенных территорий способствует повышению устойчивости городской среды и снижению антропогенной нагрузки на её экосистему, сохраняя биоразнообразие.

Понятие экосистемный подход из других научных направлений

В сфере архитектуры и градостроительства отсутствует определение термина «экосистемный подход». В смежных дисциплинах, например в управленческой сфере, исследования Фоменко Г.А., Фоменко М.А. и других авторов определяют экосистемный подход, как стратегию управления природопользованием и охрану окружающей среды, который является ключевым для перехода к «зелёной» экономике, обеспечивая защиту и

¹¹ Frearson A. White Arkitekter unveils masterplan for Swedish city relocation. URL: <https://www.dezeen.com/2014/06/04/white-arkitker-the-new-kiruna-city-relocation-sweden> (дата обращения: 14.04.2024).

¹² Mattsson M., Götze J. How to Develop Inclusive, Sustainable Urban Spaces in the European Arctic and Beyond – Insights from Kiruna. URL: <https://www.thearcticinstitute.org/develop-inclusive-sustainable-urban-spaces-european-arctic-beyond-insights-kiruna> (дата обращения: 14.04.2024).

восстановление предоставляемых экосистемных услуг жителям города. Это подразумевает создание городской среды для человека, ориентированной на экологию, с учётом оптимальных методов природопользования и устойчивого использования ресурсов территорий с особым статусом, т.е. охраняемых или промышленных зон [12]. В области экономики «экосистемный подход», рассматриваемый в работах Третьяковой Е.А. и Фрейман Е.Н., представляет собой методологию для анализа сложных социально-экономических систем. Он объединяет различные научные инструменты и основывается на принципах устойчивого развития, позволяя оптимизировать взаимодействие экономических услуг [13]. В перспективе экосистемный подход должен включать разработку универсальной методологии и использование аналитических инструментов для изучения взаимосвязей в экономических экосистемах, способствующих гибкому управлению и адаптации проектных решений к изменениям внешней среды.

Однако отсутствие чёткого определения экосистемного подхода в градостроительстве затрудняет разработку методологии его применения, которая бы учитывала экологические, социальные и экономические аспекты. Это приводит к трудностям в адаптации к изменениям внешней среды и негативному воздействию нарушенных территорий на городскую инфраструктуру, что, в свою очередь, вызывает необходимость в чрезмерном использовании финансовых ресурсов города. Всё это подчёркивает важность точного определения и комплексного применения экосистемного подхода для устойчивого развития в градостроительстве [14]. Чтобы решить эту проблему, необходимо сформулировать определение «экосистемного подхода» применительно к градостроительству. Оно должно представлять собой стратегию, предполагающую восстановление проблемных территорий и ориентированную на достижение баланса между сохранением и использованием биологического разнообразия. Экосистемный подход в проектировании должен включать разработку долгосрочного плана развития городской среды с учётом протекающих процессов, охватывающих социальные, экономические и культурные аспекты, а также предусматривать соучастное проектирование.

Принцип соучастного проектирования в градостроительстве – это процесс привлечения экспертов из различных научных областей, для комплексного решения градостроительных проблем. Такая стратегия помогает выявлять потенциальные проблемы города и предлагать вариативность решений выявленных проблем, обеспечивая многосторонний взгляд на происходящие процессы в городе. Вовлечение заинтересованных сторон, включая администрацию, девелоперов, экологические сообщества, бизнес и местных жителей, гарантирует учёт интересов всех пользователей городской среды и получение полных данных для проектной деятельности¹³. Участие горожан в процессах принятия решений приводит к инклюзивному и устойчивому развитию города.

В социально-экономической сфере городские территории рассматриваются как пространство, обеспечивающее взаимодействие различных частей города. Под влиянием социально-экономических факторов формируются процессы его развития и функционирования. Изученные работы П. Амеля и К.Т. Лурдеса показывают, что на фоне развития информационных технологий в современном городе проявляется социальная структура, где центральные районы взаимодействуют с периферийными зонами, а последние, в свою очередь, создают новые подцентры и точки притяжения [9].

Культурный аспект играет важную роль в формировании идентичности города. Акцент на создании среды, отражающей его историю, способствует развитию чувства принадлежности к этому месту среди жителей. Это помогает создать уникальный облик города и делает его более привлекательным как для местных жителей, так и для гостей.

¹³ Social Sustainability: Process, Place, People. JTP Press. Published on May 17, 2013. URL: https://issuu.com/jtp_placemaking/docs/social_sustainability_ebook (дата обращения: 14.04.2024).

Применение «зелёных практик» в проектировании для повышения качества экосистемных услуг требует интеграции различных научных дисциплин как на локальном, так и на городском уровне. Сюда входит взаимодействие природных элементов с окружающей средой и влияние зелёных насаждений на городской микроклимат, районные экосистемы и даже отдельные здания [15, 16].

Применение экосистемного подхода для восстановления нарушенных территорий арктических городов

Для решения проблем нарушенных территорий Арктической зоны необходимо сформировать экосистемный подход, учитывающий уникальные трудности, с которыми сталкиваются арктические города, такие как экстремальные погодные условия, негативные социально-экономические последствия изоляции и высокие затраты на поддержание инфраструктуры. В Арктике наблюдаются быстрые изменения климата, приводящие к разрушению как природной, так и искусственной среды, что негативно сказывается на здоровье и качестве жизни жителей. Восстановление нарушенных территорий с помощью экосистемного подхода может способствовать сохранению экологического баланса и биоразнообразия, создавая условия для устойчивого развития арктических городов. Таким образом, для иллюстрации применения экосистемного подхода в условиях Арктики и понимания конкретных проблем, с которыми сталкиваются города в этом регионе, на примере города Мурманска анализируются методы выявления и восстановления нарушенных территорий.

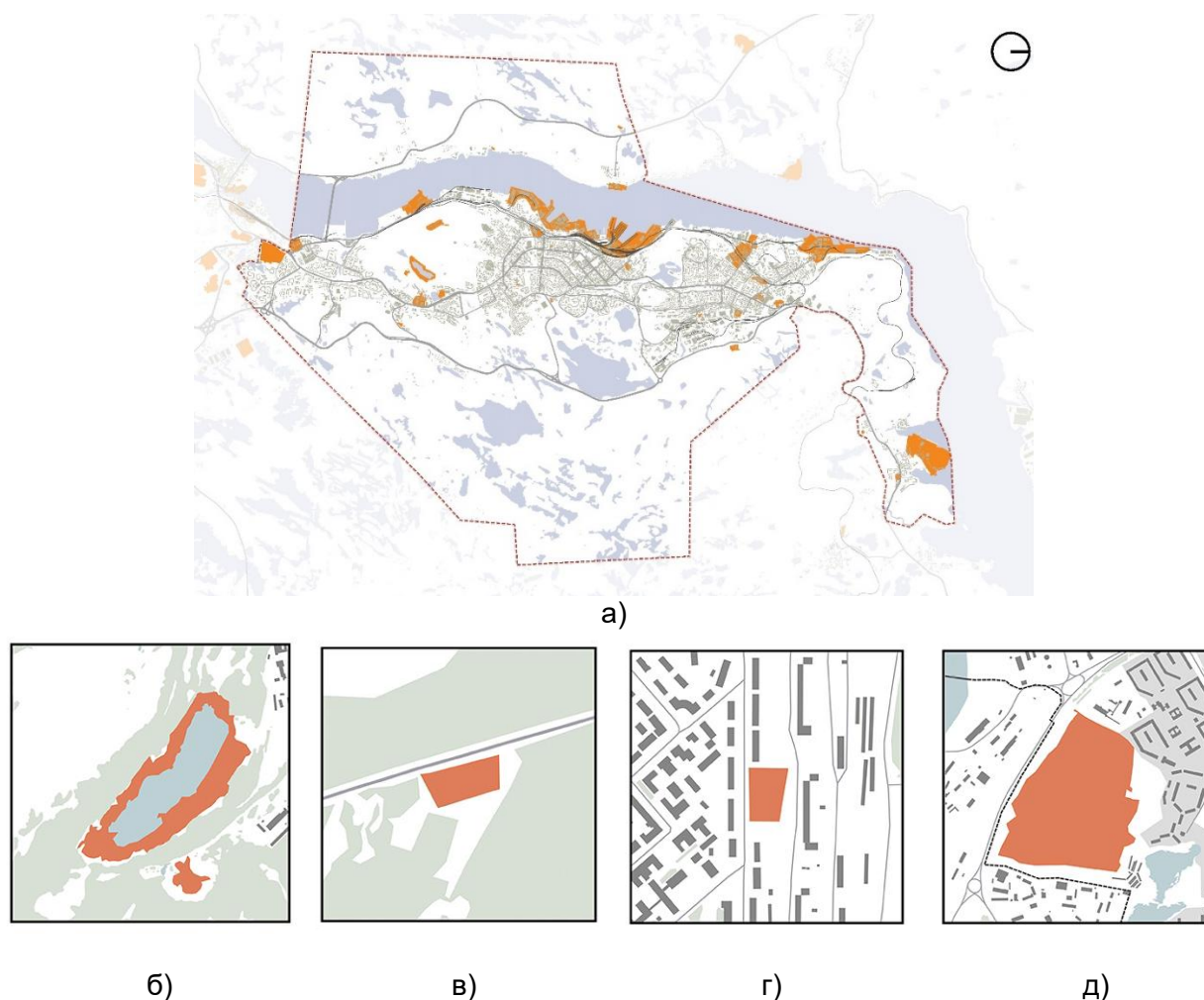


Рис. 5. Типология нарушенных территорий в г. Мурманск, РФ: а) схема нарушенных территорий г. Мурманска; б) в природной зоне; в) вблизи транспортных узлов; г) в городской застройке; д) комбинированный тип

Нарушенные территории внутри города Мурманска были выявлены с использованием различных методов. Анализ документов о землепользовании показал свою эффективность, поскольку они предоставляют данные о распределении земель между различными категориями и разрешённых видах деятельности в пределах города. Эти данные позволяют выявить зоны, где наблюдаются потенциальные территориальные конфликты или изменения в условиях использования участков. Анализ рельефа и водоразделов дополнительно помогает выявить уязвимые зоны, подверженные рискам эрозии, оползней или наводнений. Также используются результаты спутникового мониторинга, фиксирующие изменения в состоянии растительного покрова.

На основании проведённого анализа города Мурманска, нарушенные территории в городской структуре можно разделить на четыре типа (рис. 5) [17]:

Тип 1. Природные зоны: нарушение ландшафта здесь приводит к деградации естественной растительности и снижению уровня грунтовых вод.

Тип 2. Зоны вблизи транспортных узлов: изменение ландшафта в этих местах оказывает влияние на дренажную систему, способствуя распространению загрязняющих веществ.

Тип 3. Городская застройка: нарушения здесь влияют на пригодность земли для различных видов использования.

Тип 4. Комбинированные территории: этот тип территорий представляет собой сочетание транспортных узлов, функциональных зон и природных участков, требуя комплексного подхода к восстановлению землепользования и обеспечению доступности для жителей и коммунальных служб города.

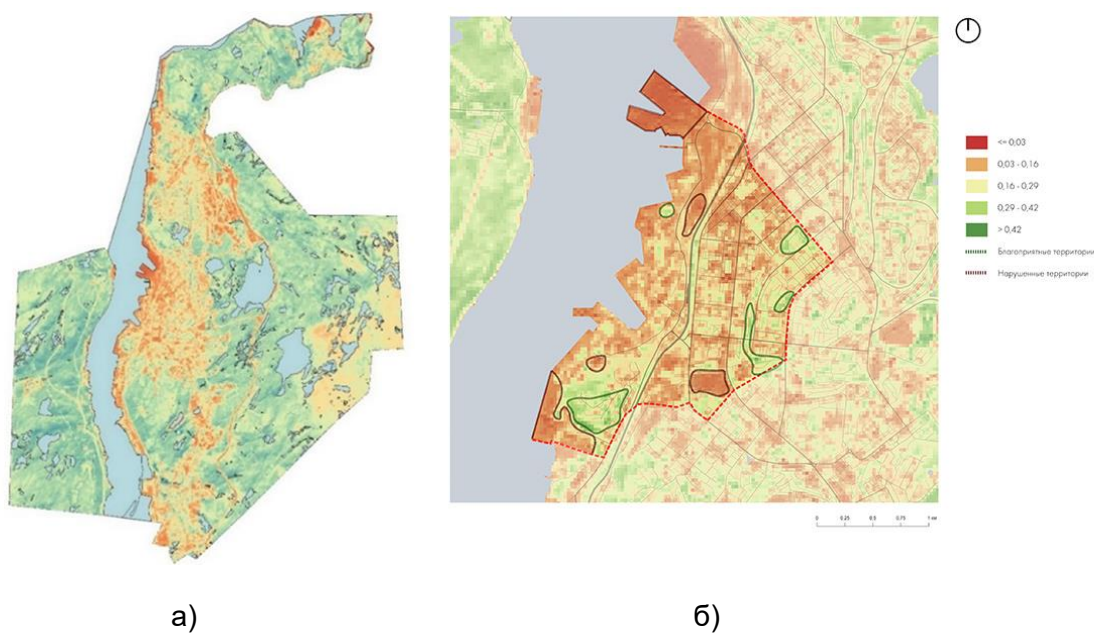


Рис. 6. Индекс NDVI, карта составлена на анализе спутниковых снимков Landsat-8, г. Мурманск, РФ: а) индекс NDVI города; б) индекс NDVI территории порта и центра города

На примере г. Мурманска составлена схема индекса NDVI (Normalized difference vegetation index – Нормализованный вегетационный индекс) – это числовой показатель качества и количества растительности на участке поля. Он рассчитывается на основе данных в двух конкретных диапазонах: красном и инфракрасном. Значение NDVI находится в диапазоне от -1 до +1:

- Отрицательные значения (приближающиеся к -1) соответствуют воде.

- Значения, близкие к нулю (от -0,1 до 0,1), обычно соответствуют бесплодным участкам с камнями, песком или снегом.
- Низкие положительные значения соответствуют кустарникам и лугам (приблизительно от 0,2 до 0,4).
- Высокие значения указывают на влажные леса умеренного и тропического поясов (значения приближаются к 1).

На основе схемы (рис. 6а) можно сделать вывод, что 25% территории Мурманска покрыто растительностью, а 15% территории занимают древесные насаждения, преимущественно в парках и жилых районах. В прибрежной зоне наблюдаются проблемы с зелёными насаждениями. В городской черте индекс имеет низкие значения, от -0,03 до 0,27. Область городского морского порта (рис. 6б) находится в состоянии, при котором восстановление природной экосистемы невозможно. Это связано с тем, что территория порта используется для разгрузки угольных ресурсов и не предназначена для экологического восстановления.

Методология применения экосистемного подхода к восстановлению нарушенных территорий города

Для смягчения воздействия нарушенного ландшафта на городскую инфраструктуру важно применять методы устойчивого проектирования и привлекать к участию заинтересованные стороны, такие как администрация, девелоперы, представители бизнеса и местные сообщества. Разработана схема функционирования экосистемы города (рис. 7), которая акцентирует внимание на экосистемных услугах, обеспечивающих жителей природными ресурсами и способствующих созданию здоровой городской среды.

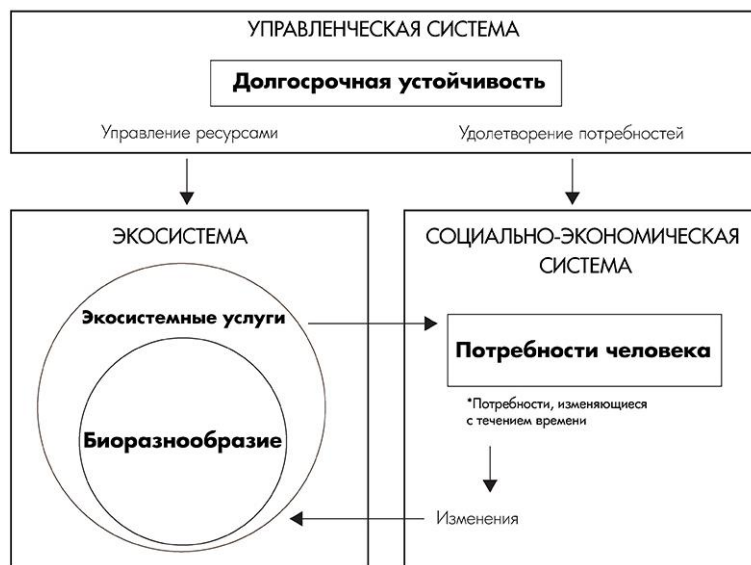


Рис. 7. Схема работы экосистемы города

Экосистемный подход (ЭП) в градостроительстве представляет собой интегрированную стратегию проектирования и управления, направленную на устойчивое развитие города и природных экосистем с целью обеспечения долгосрочной устойчивости предоставляемых экосистемных функций и услуг, удовлетворяя при этом социально-экономические, политические и культурные потребности населения. Основным принцип ЭП заключается в комплексном сохранении целостности экосистемы как ключевого элемента устойчивого развития. Экосистемный подход является одним из инструментов достижения экологической устойчивости города [15]. На основании проведённых исследований разработан подход к работе с нарушенными территориями, использующий экосистемный метод проектирования:

1. Анализ основных характеристик нарушенных территорий и оценка их пригодности для освоения, включая поиск существующего биоразнообразия.
2. Определение возможных направлений развития (жилая, общественная или рекреационная функция).
3. Исследование окружающих территорий, выявление потребностей региона и прилегающих зон.
4. Выбор подходящих целесообразных направлений развития нарушенных территорий.
5. Экономический расчёт затрат на рекультивацию по выбранным направлениям.
6. Расчёт влияния каждого направления развития на хозяйственную деятельность, социальную и экономическую инфраструктуру, застройку и экологию города.
7. Выбор наиболее экономически эффективного направления стратегии восстановления территории, сохраняя существующие экосистемы, способные развиваться со временем.

Применение экосистемного подхода целесообразно разделить на несколько уровней (рис. 8), с учётом финансовых ограничений, поскольку не все проекты могут быть реализованы в крупном территориальном масштабе (например, на уровне города или района). Данное разделение позволяет адаптировать методологию экосистемного подхода к различным уровням использования, включая локальный уровень (в пределах квартала или отдельной застройки), а также к потребностям местных органов управления и жителей.



Рис. 8. Схема применения экосистемного подхода в городском планировании

Вывод

Застройка новых природных территорий ведёт к разрушению среды обитания местной флоры и фауны, что приводит к утрате биоразнообразия на нарушенных и прилегающих участках. Это, в свою очередь, вызывает изменения в землепользовании, зачастую отрицательно сказывающиеся на сохранении зелёного каркаса города. Активное освоение территорий, не учитывающее экологические стандарты, способствует увеличению уровня загрязнения воздуха и воды, что негативно отражается на здоровье человека и состоянии окружающей среды. Оно также приводит к деградации почвы, возникновению эрозии, а утрата естественного растительного покрова и замена природных поверхностей на асфальт и бетон создаёт «острова тепла», способствующие повышенному энергопотреблению (использование кондиционеров) и ухудшению условий для здоровья из-за роста температуры в городе. Урбанизация новых территорий требует увеличения пропускной способности дорожной сети и сопровождается финансовыми затратами и транспортными заторами в период модернизации инфраструктуры.

Анализ зарубежного опыта показал, что для восстановления нарушенных территорий необходим комплексный подход, который активно применяется, в частности, в арктических регионах. В качестве примера в статье рассмотрен город Кируна, где в восстановительных процессах задействованы экосистемные методы, такие как природоориентированные решения (NbS), экосистемные услуги и зелёная инфраструктура (GI). В арктических городах экосистемный подход требует адаптации к климату из-за хрупкости биоразнообразия, сложных климатических условий и повышенной чувствительности природы к антропогенному воздействию. Экстремальные холода и вечная мерзлота усложняют и удорожают восстановительные работы в Арктике.

Урбанизация арктических территорий, требует стратегий, сочетающих экологические и социально-экономические аспекты. Мурманск как крупнейший город в арктической зоне демонстрирует важность применения экосистемного подхода в городском планировании для восстановления нарушенных территорий. В отличие от городов умеренного климата, арктическим территориям необходима инфраструктура, устойчивая к экстремальным погодным условиям и учитывающая защиту экосистем. Специфика северных городов подчёркивает необходимость адаптивного планирования, устойчивого к низким температурам, промышленным воздействиям и направленного на охрану окружающей среды для обеспечения устойчивого развития арктических регионов.

Источники иллюстраций

Рис. 1. а, б) Anderberg S. Western harbor in Malmö // Review 11. Re-inventing planning: examples from the Profession. Rotterdam, Nederlanderna: International Society of City and Regional Planners, 2015. Vol. 11. P. 212. URL: <https://www.diva-portal.org/smash/get/diva2:877640/FULLTEXT01.pdf> (дата обращения: 12.05.2024) (в авторской обработке).

Рис. 2. URL: <https://malmo.se/Stadsutveckling/Stadsutvecklingsomraden/Vastra-Hammen/Samlade-dokument-om-Vastra-Hammen.html> (дата обращения: 21.05.2024).

Рис. 3. а) URL: <https://divisare.com/projects/433738-turenscape-sanya-mangrove-park> (дата обращения: 21.05.2024); б) URL: <https://www.flickr.com/photos/quintanomedial/15351915006/> (дата обращения: 12.05.2024).

Рис. 4. а) URL: <https://archi.ru/projects/world/8625/plan-kiruna-navsegda> (дата обращения: 28.05.2024); б) URL: <https://whitearkitekter.com/project/kiruna-masterplan/> (дата обращения: 28.05.2024).

Рис. 5-8. Схема Д.В. Девятова из личного архива.

Список источников

1. Сопилко Н.Ю. Социо-эколого-экономическая система в контексте устойчивого развития мегаполиса / Н.Ю. Сопилко, М.О. Савукова // Вестник Российского университета дружбы народов. 2012. №1. С. 78-83.
2. Theodorou P. The effects of urbanisation on ecological interactions // Current Opinion in Insect Science. 2022. № 52. P. 1-9. URL: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100922> (дата обращения: 09.06.2024).
3. Геращенко Д.А. Российские города в Арктике: новые проблемы и пути их решения // Вестник Мурманского государственного технического университета. 2011. №1(14). С. 199-205.
4. Оленьков В.Д. Градостроительное планирование на нарушенных территориях. Москва: URSS, 2022. 190 с.

5. Петрова А.А. Содержание тяжёлых металлов в почвах города Мурманска / А.А. Петрова, Е.В. Абакумов // Гигиена и санитария. 2019. №98(5). С. 478-482. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-5-478-482
6. Built environment and physical functioning in Hispanic elders: The role of “eyes on the street” / S.C. Brown, C.A. Mason, T. Perrino et al. // Environmental health perspectives. 2008. № 116. P. 1300-1307. DOI: 10.1289/ehp.11160
7. Transformation towards resilient sponge cities in China / F.Ka Shun Chan, W.Y. Chen, Xinbing Gu, Yi Peng, Yanfang Sang // Nature Reviews Earth & Environment. 2022. № 3. P. 99-101. URL: <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00251-y> (дата обращения: 09.06.2024).
8. Микулина Е.М. Архитектурная экология: учебник / Е.М. Микулина, Н.Г. Благовидова. Москва: Академия, 2013. 256 с.
9. Planning for green infrastructure using multiple urban ecosystem service models and multicriteria analysis / K.T. Lourdes, P. Hamel, C.N. Gibbins, R. Sanusi, B. Azhar, A.M. Lechner // Landscape and Urban Planning. 2022. № 226. URL: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104500> (дата обращения: 09.06.2024).
10. Marques A.L. Ecosystem Services and Urban Planning: A Review of the Contribution of the Concept to Adaptation in Urban Areas / A.L. Marques; A.T.B. Alvim, J. Schröder // Sustainability. 2022. № 14(4). P. 1-16. URL: <https://doi.org/10.3390/su14042391> (дата обращения: 09.06.2024).
11. Васильев Н.В. Реабилитация антропогенных территорий как способ сохранения индустриального наследия // Баландинские чтения. 2020. №1(15). С. 29-37. DOI: 10.24411/9999-001A-2020-10004
12. Экосистемный подход в территориальном управлении природопользованием и охраной окружающей среды / Г.А. Фоменко, М.А. Фоменко, К.А. Лошадкин, Э.А. Гоге // Проблемы региональной экологии. 2018. №1. С. 50-66. DOI: 10.24411/1728-323X-2018-11050
13. Третьякова Е.А. Экосистемный подход в современных экономических исследованиях / Е.А. Третьякова, Е.Н. Фрейман // Вопросы управления. 2022. №1 (74). С. 6-20.
14. Planning of Urban Green Spaces: An Ecological Perspective on Human Benefits / T. Semeraro, A. Scarano, R. Buccolieri, A. Santino, E. Aarrevaara // Land. 2021. № 10(105). P. 1-25. URL: <https://doi.org/10.3390/land10020105> (дата обращения: 04.06.2024).
15. Shepherd G. The ecosystem approach: five steps to implementation. Gland: IUCN, 2004. 30 p. (Ecosystem Management Series; № 003). URL: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-003.pdf> (дата обращения: 02.06.2024).
16. Assessing the Ecosystem Services of Various Types of Urban Green Spaces Based on i-Tree Eco / P. Song, G. Kim, A. Mayer, R. He, G. Tian // Sustainability. 2020. № 12(4). P. 1-16. URL: <https://doi.org/10.3390/su12041630> (дата обращения: 09.06.2024).
17. Благовидова Н.Г. Нарушенный ландшафт как ресурсный потенциал города Мурманска / Благовидова Н.Г., Девятков Д.В. // Традиции и инновации в строительстве и архитектуре: сборник статей 81-ой Всероссийской научно-технической конференции, г. Самара. 2024. №1. С.50-63.

References

1. Sopilko N.Y. Savukova M.O. *Socio-ekologo-ekonomicheskaya sistema v kontekste ustojchivogo razvitiya megapolisa* [Socio-ecological-economic system in the context of sustainable development of a metropolis]. Bulletin of Peoples' Friendship University of Russia, 2012, no. 1, pp. 78-83.
2. Theodorou P. The effects of urbanisation on ecological interactions. *Current Opinion in Insect Science*, 2022, no. 52, pp. 1-9. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.cois.2022.100922>
3. Gerashchenko D. A. *Rossijskie goroda v Arktike: novye problemy i puti ih resheniya* [Russian cities in the Arctic: new problems and ways to solve them]. Bulletin of the Murmansk State Technical University, 2011, no. 1(14), pp. 199-205.
4. Olenkov V. D. *Gradostroitelnoe planirovanie na narushennyh territoriyah* [Urban planning in disturbed territories]. Moscow, 2022, 190 p.
5. Petrova A.A. Abakumov E.V. Content of heavy metals in the soils of the city of Murmansk. *Hygiene and sanitation*, 2019, no. 98(5), pp. 478-482. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-5-478-482.
6. Brown S.C., Mason C.A., Perrino T. et al. Built environment and physical functioning in Hispanic elders: The role of "eyes on the street". *Environmental health perspectives*, 2008, no 116, pp. 1300-1307. DOI: 10.1289/ehp.11160.
7. Ka Shun Chan F., Chen W.Y., Xinbing Gu et al. Transformation towards resilient sponge cities in China. *Nature Reviews Earth & Environment*, 2022, no. 3, pp. 99-101. Available at: <https://www.nature.com/articles/s43017-021-00251-y>
8. Mikulina E.M., Blagovidova N.G. *Arhitekturnaya ekologiya: uchebnik* [Architectural ecology: a textbook for students]. Moscow, 2013, 256 p.
9. Lourdes K.T., Hamel P., Gibbins C.N. et al. Planning for green infrastructure using multiple urban ecosystem service models and multicriteria analysis. *Landscape and Urban Planning*, 2022, no. 226, DOI: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2022.104500>
10. Marques A.L., Alvim A.T.B., Schröder J. Ecosystem Services and Urban Planning: A Review of the Contribution of the Concept to Adaptation in Urban Areas. *Sustainability*, 2022, no. 14(4), pp. 1-16. Available at: <https://doi.org/10.3390/su14042391>
11. Vasilyev N.V. Rehabilitation of anthropogenic territories as a way to preserve industrial heritage. *Balandinskie chtenija* [Balandin Readings], 2020, no. 1(15), pp. 29-37. DOI: 10.24411/9999-001A-2020-10004
12. Fomenko G.A., Fomenko M.A., Loshadkin K.A., Goge E.A. The ecosystem approach in environmental management of the territories and environmental conservation. *Regional Environmental Issues*, 2018, no. 1, pp. 50-66. DOI: 10.24411/1728-323X-2018-11050
13. Tretiakova E.A., Freyman E.N. Ecosystem approach in modern economic research. *Management issues*, 2022, no 1(74), pp. 6-20.
14. Semeraro T., Scarano A., Buccolieri R., Santino A., Aarrevaara E. Planning of Urban Green Spaces: An Ecological Perspective on Human Benefits. *Land*, 2021, 10: 105, pp 1-25. Available at: <https://doi.org/10.3390/land10020105>
15. Shepherd G. The ecosystem approach: five steps to implementation, IUCN, 2004, no. 3, 30 p. Available at: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/CEM-003.pdf>

16. Song P, Kim G, Mayer A, He R, Tian G. Assessing the Ecosystem Services of Various Types of Urban Green Spaces Based on i-Tree Eco. Sustainability, 2020, no. 12(4), pp. 1-16. Available at: <https://doi.org/10.3390/su12041630>
17. Blagovidova, N.G. Devyatov, D.V. *Narushennyj landshaft kak resursnyj potencial goroda Murmanska* [Disturbed landscape as a resource potential of the city of Murmansk]. Traditions and Innovations in Construction and Architecture, 81st All-Russian Scientific and Technical Conference, Samara, 2024, no. 1. pp. 50-63

ОБ АВТОРАХ

Благовидова Наталья Георгиевна

Кандидат архитектуры, профессор кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
nablago7@yandex.ru

Девятков Дмитрий Владимирович

Магистрант кафедры «Градостроительство», Московский архитектурный институт (государственная академия), Москва, Россия
devt.dima00@gmail.com

ABOUT THE AUTHORS

Blagovidova Natalya G.

PhD in Architecture, Professor, Department of Urban Planning, Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
nablago7@yandex.ru

Devyatov Dmitry V.

Master's Student of the Department of Urban Planning, Moscow Architectural Institute (State Academy), Moscow, Russia
devt.dima00@gmail.com