

МОДЕРНИЗАЦИЯ И ИННОВАЦИИ

УДК: 332.1; 338.24

JEL: C13; O13; O44; Q25; Q5; R11

Интеграция решений, основанных на природе, в планы городского развития – путь достижения устойчивого городского развития (на примере ливневых вод)**К.А. Фонтана**, к.э.н.<https://orcid.org/0000-0002-8789-8786>; SPIN-код (РИНЦ): 8727-2024e-mail: fontana@mail.ru**Б.А. Ерзнкян**, д.э.н., профессор<https://orcid.org/0000-0001-6065-9120>; SPIN-код (РИНЦ): 3602-8624

Scopus author ID: 57120114200

e-mail: yerz@cemi.rssi.ru, lvova1955@mail.ru**Для цитирования**

Фонтана К.А., Ерзнкян Б.А. Интеграция решений, основанных на природе, в планы городского развития – путь достижения устойчивого городского развития (на примере ливневых вод) // Проблемы рыночной экономики. – 2024. – № 3. – С. 92-107.

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2024-3-92-107>**Аннотация**

Устойчивое развитие городов требует оптимизации многомерных целей по социальным, экономическим и экологическим направлениям развития. Концепция «Природные решения» (ПР) (*Nature-Based Solutions*) способствует достижению данных целей. Однако ПР не интегрированы в полной мере в городское планирование из-за разнообразных барьеров. **Объект исследования** – концепция «Природные решения» в разрезе устойчивого городского развития. **Предмет** – интеграция решений, основанных на природе, в планы городского развития. **Цель** обоснование актуальности внедрения в планы городского развития ПР для достижения многомерных городских целей и сопутствующих выгод. **Рассмотрены** барьеры на пути внедрения ПР в планы городского развития и стратегии для их преодоления; **представлена** методология, позволяющая выбирать ПР для их включения в планы городского развития; **предлагается использовать** трехступенчатый подход, который объединяет проектную область, плановую и экстремальную; **построена** матрица, в которой ПР классифицированы по степени имитации естественных решений, количеству решаемых городских задач и задействованных природных процессов. **Выводы:** -Для принятия решений о включении ПР в планы городского развития необходимо учитывать эффективность выбранных ПР для достижения приоритетных целей и широкого круга городских проблем. -Необходимо выбирать стратегию для преодоления барьеров на пути внедрения ПР, позволяющую преодолеть максимальное количество барьеров, а также учитывать «цепной» характер барьеров. -Многофункциональность ПР позволяет выбирать различные ПР для решения одной и той же проблемы для разных сред, а также достигать компромиссы при наличии нескольких целей. -Важно рассматривать ПР в качестве дополнительных решений к традиционным «серыми» подходам для повышения как многофункциональности, так и устойчивости городской инфраструктуры.

В работе использована **методология** систематического обзора литературы, основанная на отслеживании ключевых слов в статьях, размещенных в научных

электронных библиотеках; аналитические и логические методы анализа процессов в контексте концепции «Природные решения» и устойчивого городского развития. Исследование *ориентировано* на ученых и лиц, принимающих решения в сфере городского планирования. Ожидается, что результаты найдут применение в качестве руководства для градостроителей в процессе планирования и реализации ПР.

Ключевые слова: природные решения, устойчивое городское развитие, городское планирование, управление водными ресурсами, смягчение последствий изменения климата, множественные сопутствующие выгоды, адаптация к изменению климата.

Integrating Nature-Based Solutions into Urban Development Plans – A Path to Sustainable Urban Development (Stormwater Case Study)

Karine A. Fontana, Cand. of Sci (Econ.)

<https://orcid.org/0000-0002-8789-8786>; SPIN-code (RSCI): 8727-2024

e-mail: fontana@mail.ru

Bagrat H. Yerznkyan, Dr. of Sci (Econ.), Professor

<https://orcid.org/0000-0001-6065-9120>; SPIN-code (RSCI): 3602-8624

Scopus author ID: 57120114200

e-mail: yerz@cemi.rssi.ru, lvova1955@mail.ru

For citation

Fontana K.A., Yerznkyan B.H. Integrating Nature-Based Solutions into Urban Development Plans – A Path to Sustainable Urban Development (Stormwater Case Study) // Market economy problems. – 2024. – No. 3. – Pp. 92-107 (In Russian).

DOI: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2024-3-92-107>

Abstract

Sustainable urban development requires the optimization of multidimensional goals in social, economic and environmental areas of development. The concept of Nature-Based Solutions contributes to the achievement of these goals. However, NBS are not fully integrated into urban planning due to a variety of barriers. **The object of this research** is the concept of "Nature-based solutions" in the context of sustainable urban development. **The subject** is the integration of nature-based solutions into urban development plans. **Objective:** to substantiate the relevance of introducing NBS into urban development plans to achieve multidimensional urban goals and co-benefits. **Are considered** barriers to the implementation of NBS in urban development plans and strategies for overcoming them; **a methodology is presented** that allows you to select NBS for their inclusion in urban development plans; **it is proposed to use** a three-stage approach, which combines the project area, planned and extreme; a matrix **is constructed** in which NBS are classified according to the degree of imitation of natural solutions, the number of urban tasks to be solved and the natural processes involved. **Conclusions:** To make decisions on the inclusion of NBS in urban development plans, it is necessary to consider the effectiveness of the selected NBS to achieve priority goals and a wide range of urban problems. It is necessary to choose a strategy to overcome barriers to the implementation of NBS, which allows to overcome the maximum number of barriers, as well as to consider the "chain" nature of barriers. The multi-functionality of NBS allows you to select different NBS to solve the same problem for different environments, as well as make trade-offs when there are multiple goals. It is important to consider NBS as complementary solutions to traditional grey approaches to improve both the multifunctionality and sustainability of urban infrastructure.

The paper uses the **methodology** of systematic literature review based on tracking keywords in articles posted in scientific electronic libraries; analytical and logical methods for analyzing processes in the context of the concept of "Nature-based solutions" and sustainable urban development.

The study **is aimed** at scientists and decision-makers in the field of urban planning. It is expected that the results will be used as a guide for urban planners in the process of planning and implementing NBS.

Keywords: *nature-based solutions, sustainable urban development, urban planning, water management, climate change mitigation, multiple co-benefits, climate adaptation.*

Введение

Технологический прогресс и экономический рост влияют не только на социально-экономические результаты, но и окружающую среду (Иванова и Левченко, 2017). Деграция последней ставит под сомнение дальнейшее устойчивое развитие (УР), способное обеспечить выживание человечества.

В Докладе «Наше общее будущее» (*Brundtland Commission report "Our Common Future"*) УР определяется как развитие, которое удовлетворяет потребности нынешнего поколения, не ставя под угрозу способность будущего поколения удовлетворять свои потребности (Brundtland, 1987). Т.е. речь идет о справедливом распределении ресурсов, социальной справедливости между поколениями и признании экологических ограничений. Применительно к городам¹ УР определяется как: «*способность городской системы и всех ее составляющих социально-экологических и социально-технических сетей во временных и пространственных масштабах поддерживать / быстро возвращаться к желаемым функциям и адаптироваться к изменениям*» (Meerow et al., 2016).

Для достижения городской устойчивости, включая адаптацию к климатическим изменениям, необходим целостный подход к проектированию и планированию городов, позволяющий обозначить конкретные проблемы, приоритеты и инструменты для достижения поставленных целей (Казанцев и др., 2019). Так, ЦУР 11 ООН («Устойчивые города и населенные пункты») направлен с одной стороны на то, чтобы сделать города открытыми, безопасными, устойчивыми, с другой, предусматривает снижение воздействия городов на окружающую среду, уделяя особое внимание вопросам городского планирования, внедрению принципов экономики замкнутого цикла и решениям, основанным на природе (ПР) (*Nature-Based Solutions*)². Последние определяются как вмешательства, вдохновленные и поддерживаемые природой, которые экономически эффективны и приносят социальные и экологические выгоды.

При этом важной характеристикой ПР является их чувствительность к местным условиям, что подразумевает тщательную адаптацию, а не копирование уже реализованных успешных проектов (Кирей, 2024). Вместе с тем обмен опытом позволяет извлечь уроки в отношении интеграции ПР для достижения устойчивого городского развития. Поэтому разработка открытых платформ³ для обобщения опыта реализованных проектов и обмена информацией, проведения анализа достигнутых эффектов является чрезвычайно важными, наравне с разумными стандартами мониторинга и критериями оценки. Важным при разработке подобных платформ

¹ Города занимают порядка 2% суши Земли; вносят 70% мирового ВВП; используют более 60% мировой энергии; выбрасывают около 70% парниковых газов; производят около 70% мировых отходов (UNDP, 2021). В ООН подчеркивают, что города становятся более уязвимыми к засухам, наводнениям, тепловому стрессу (UN, 2013), поэтому важным является обеспечение устойчивого развития городов.

² В русскоязычных исследованиях: «природные решения», «решения с учетом природных факторов», «природоподобные технологии».

³ В рамках проекта *CLEVER Cities*, в котором участвуют 33 города Европы, Южной Америки и Китая, происходит обмен знаниями и опытом для решения различных городских проблем, уделяя в т.ч. внимание разработке и внедрению ПР (ThinkNature. Platform for NBS. Available online: <https://www.think-nature.eu/> (Accessed: 14.07.2024)). Открытая Платформа «Nature4Cities» (Рамочная Программа «Горизонт-2020») позволяет интегрировать экономические, социальные и экологические аспекты ПР в различных масштабах и проводить оценку ПР.

является возможность фокусироваться не только на прямых выгодах, но также иметь возможность анализировать сопутствующие выгоды, связанные с ПР.

Вместе с тем решения, основанные на природе, все еще редко учитываются в планах городского развития на систематической основе. А некоторые муниципалитеты используют концепцию ПР в качестве модного слова для описания базовых ландшафтных вмешательств в общественные зеленые зоны, неверно интерпретируя саму концепцию. В связи с этим стоит задача – обеспечить лучшее понимание ПР для целей городского планирования.

Интеграция решений, основанных на природе, в практику городского планирования

Решения, основанные на природе, являются многофункциональными и обеспечивают различные сопутствующие выгоды. В частности, ПР оказывают положительное влияние на городской климат и используются в качестве контрмеры против городских островов тепла; ПР способствуют улучшению качества воздуха и восстановлению городских экосистем, а также естественного водного цикла в городах; ПР сокращают ливневый сток в канализационные городские сети, а в периоды засухи покрывают потребности в воде за счет использования дождевой воды и повторного использования воды, предотвращая стресс от засухи и изъятие питьевой воды для городских и коммерческих нужд в ситуациях, где возможно использование воды более низкого качества.

Международный союз охраны природы определяет ПР как: *«действия по защите, устойчивому управлению и восстановлению природных или измененных экосистем способами, которые эффективно и адаптивно решают социальные проблемы, обеспечивая как благополучие человека, так и пользу для биоразнообразия»* (IUCN, 2020).

Европейская Комиссия определяет ПР как решения, поддержанные или скопированные у природы, которые направлены на адаптацию к последствиям изменения климата, а также управление ВР, улучшение качества воздуха, сохранение здоровья и благополучия населения, восстановление городов *«устойчивыми способами, которые являются экономически эффективными и повышают устойчивость»*, и далее: *«ПР могут одновременно обеспечить социальные, экономические и экологические выгоды за счет адаптированных к местным условиям вмешательств»* (ЕС, 2022).

В проекте Горизонт-2020 (Horizon-2020 «Naturvation») ПР определяются как: *«преднамеренные, дискурсивные вмешательства, вдохновленные природой и поддерживающие ее»* для решения социальных проблем, улучшение функции территории и ее структуры (NATURVATION, 2016).

На официальном сайте Правительства РФ ПР определяются как: *«действия по защите, сохранению, восстановлению, устойчивому использованию и управлению природными и антропогенно изменёнными наземными, пресноводными, прибрежными и морскими экосистемами. Такие решения эффективно и адаптивно решают социальные, экономические и экологические вызовы, обеспечивая благосостояние людей, экосистемные услуги, устойчивость и выгоды для биоразнообразия»* (см. «Природные климатические решения» <https://www.economy.gov.ru>).

Несмотря на различия в определениях, ПР объединяет понимание того, что они обладают потенциалом для решения экологических, социальных и экономических задач и могут быть задействованы в городском планировании в качестве дополнительного набора действий, направленных на решение как можно большего количества городских проблем и достижение как можно большего количества желаемых результатов.

Раскрытие потенциала ПР для достижения многочисленных выгод требует системного подхода и междисциплинарной синергии для понимания сопутствующих выгод и достижения компромиссов (Фонтана, Ерзнкян, 2022). Вместе с тем различия в классификации ПР препятствуют реализации данного подхода. Так, Кастеллар и соавторы (Castellar et al., 2021) классифицируют ПР на решения, направленные на поддержку природных процессов и на решения, направленные на вмешательство в существующие экосистемы. Лангерграбер и соавторы (Langergraber et al., 2021) делят ПР с учетом их способности воздействия на семь основных проблем, связанных с экономикой замкнутого цикла в городах: поддержание циркуляции воды, очистка воды, восстановление питательных веществ и их повторное использование, производство продуктов питания и биомассы (городское сельское хозяйство),

энергоэффективность. Буш и Дойон (Bush and Doyon, 2019) объединяют ПР в группы с учетом их влияния / создания условий для адаптации к изменению климата и возможности предоставления экосистемных услуг. Эггермонт и соавторы (Eggermont et al., 2015) классифицируют ПР по типам вмешательства: от минимального вмешательства до решений, которые создают новые экосистемы и пространства, использующие специальные методы. И прочее.

На фоне подобных разногласий существует потребность не только в актуализации определения ПР, но и их классификации и разработке методов для поддержания процессов пространственного городского планирования, которые углубляют понимание многочисленных преимуществ, предоставляемых ПР у лиц принимающих решения и заинтересованных сторон.

Рассмотрим один из возможных подходов для решения данной задачи, а именно «матрицу сопоставления ПР» (Табл. 1), которая позволяет оценить эффективность включенных в нее ПР с точки зрения достижения поставленных (приоритетных) целей, так и решения общегородских задач (сопутствующие выгоды).

Для построения матрицы предлагается рассматривать различные городские модели (с учетом степени застройки) и классифицировать ПР по типу решений (использование / имитирование естественных процессов). При этом каждое ПР оценивается по двум параметрам: количеству решаемых проблем в рамках смягчения последствий изменения климата и количеству задействованных природных процессов. Конечная цель состоит в том, чтобы проиллюстрировать, какое ПР лучше решает обозначенную городскую проблему в конкретной городской модели и предоставляет наибольшее число сопутствующих выгод.

Таблица 1 / Table 1

Базовая матрица сопоставления ПР/ Basic NBS mapping matrix

ПР*		Городские модели			Смягчение последствий изменения климата									Эффект от ПР	
		Плотно застроенные исторические городские зоны	Низко застроенные городские зоны	Компактная городская застройка	Снижение температуры			Управление круговоротом воды в городах				Качество воздуха		Решенные проблемы	Сопутствующие эффекты
					Поглощение углерода	Снижение выбросов тепла	Эвапотранспирация	Сокращение поверхностного стока	Сокращение пикового стока	Удержание воды	Очистка воды	Фильтрация загрязняющих веществ	Производство кислорода		
Используют только естественные процессы (вдохновленные природой)	Естественный рельеф с растительностью														
	Пруды-отстойники														
	Болота														
Используют и имитируют естественные процессы (поддерживаемые природой)	Зеленые крыши														
	Вертикальное озеленение														
	Подземные хранилища воды														
Имитируют естественные процессы	Сбор дождевой воды														
	Водопроницаемые покрытия														

(копируют природу)	Использование натуральных материалов													
--------------------	--------------------------------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

* Матрица представляет собой базовую структуру с усеченным списком ПР и возможных городских моделей.

Источник: / Source: Адаптировано по / Adapted by Golčnik Marušić, B., Dremel, M., Ravnikar, Ž. "A frame of understanding to better link nature-based solutions and urban planning". *Environmental Science & Policy*. 2023. Vol. 146, pp. 47-56, ISSN 1462-9011, available at: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2023.05.005>

Подобное представление позволяет продемонстрировать многофункциональность ПР для решения различных городских задач. А именно, что ПР могут решать множество задач в различных городских условиях, и что существует множество различных решений одной и той же проблемы, что в свою очередь позволяет выбирать ПР для разных сред. Данный вывод может побудить лиц, принимающих решения, к внедрению ПР. Важно, чтобы ПР рассматривались в качестве дополнительного (к традиционным) набора решений, что позволяет достичь кумулятивный эффект для решения различных городских проблем.

Рассмотрим метод, позволяющий принимать обоснованные решения о включении различных ПР в планы городского развития с учетом множества целей (в частности адаптации к климатическим изменениям) и их взаимодействия, а также ограничений, связанных с характеристиками городского пространства, на примере решения проблемы, связанной с ливневыми осадками (Рис. 1).



Рис. 1. / Fig. 1. Выбор приоритетных областей (на примере «Проблема ливневых вод») (1 этап) / Selection of priority areas (using the example of the "Stormwater problem") (stage 1)

Источник: / Source: Рисунок составлен авторами / The Figure is compiled by the authors

Первый этап предполагает выбор приоритетных областей. В качестве примера на Рис. 1 рассмотрена городская проблема, связанная с ливневыми водами. Входными данными являются: спутниковые снимки, карты использования городских территорий (городская застройка, зеленые зоны и пр.), коэффициенты стока, информация о территориях, подверженных затоплению, включая территории, испытывающие плювиальные наводнения в большей степени.

Дополнительно могут быть учтены: уклон поверхности, уровень грунтовых вод, право собственности на землю и пр. На базе собранных данных составляется «карта приоритетов ливневого стока».

В ситуации, когда рассматриваются более одной проблемы (на Рис. 1 «Проблема А»), для агрегирования карт (получение карты приоритетных областей) предлагается использовать веса для определения важности / срочности решения проблем.

Второй этап состоит в определении набора ПР (которые эффективнее для решения приоритетных задач) и построения справочных таблиц (матриц) (в качестве основы предлагается использовать матрицу, Табл. 1). Важным является учет ограничений для внедрения выбранных ПР (например, тип поверхности, позволяющий реализовать ПР). Результатом анализа ограничений является карта возможностей – список ПР, которые максимизируют воздействие на намеченную цель (цели).

Третий этап представляет собой многофункциональную оценку эффективности выбранных ПР для решения многоцелевых задач – оценка воздействия выбранных ПР⁴. С учетом поставленных задач и наличия необходимой информации, оценка может быть дополнена, например данными о затратах наравне с выгодами (метод «Анализ затрат-выгод»). Кроме того, важным представляется оценка сопутствующих выгод (дополнительных эффектов) при реализации выбранных ПР, что повысит ценность ПР при принятии решения о их включении в городские программы развития.

Представленный метод позволяет оценить, насколько можно улучшить положение по рассматриваемым городским проблемам при включении ПР в планы городского развития. Преимуществом метода является то, что он может быть применим в различных контекстах и адаптирован к особенностям конкретного случая: пользователь может решить сосредоточиться на одной или нескольких целях / проблемах; изменить шкалу весов для приоритетов и т.п.

Барьеры на пути внедрения «природных решений». Стратегии, способствующие их преодолению

Несмотря на признанные в научных кругах и подтвержденные на практике преимущества ПР, сама концепция все еще не получила широкого применения и не всегда учитывается в городском планировании. В связи с этим стоит задача обеспечить лучшее понимание ПР для целей городского планирования, в частности выявление и преодоление барьеров на пути интеграции ПР в планы городского развития.

Условно барьеры можно разделить на следующие группы: «знания и коммуникации»; «терминология и классификация»; «политическая среда и законодательство»; «финансирование и стимулирование»; «окружающая среда и местный контекст»; «адаптация и интеграция с другими городскими решениями»; «методы анализа и оценки»; «квалификация и технологические возможности».

Ниже приведены барьеры на пути внедрения ПР⁵ в практику городского планирования и дано их краткое описание (Табл. 2).

Для преодоления выявленных барьеров определены 16 стратегий (Табл. 3).

Обсуждение стратегий представляет интерес в сочетании с конкретными барьерами. Связь между барьерами и стратегиями может быть проиллюстрирована посредством показателя трансверсальности, а именно в контексте решения следующей задачи: какие барьеры устраняются той или иной стратегией. Так, Стратегию C15 «Вовлечение местных сообществ» можно считать наименее трансверсальной, поскольку она способствует устранению лишь нескольких препятствий: «Отсутствие чувства приоритета в решении экологических проблем»;

⁴ Вопросы оценки ПР в рамках пространственного анализа процессов планирования рассматриваются в различных публикациях. См. например Kuller, M., Bach, P.M., Roberts, S., Browne, D., Deletic, A. A planning-support tool for spatial suitability assessment of green urban stormwater infrastructure. *Science of the Total Environment*, Vol. 686, 2019, pp. 856-868. Doi: 10.1016/j.scitotenv.2019.06.051; Meerow, S., Newell, J.P. Spatial planning for multifunctional green infrastructure: Growing resilience in Detroit. *Landscape and Urban Planning*, Vol. 159, 2017, pp. 62-75. Doi: 10.1016/j.landurbplan.2016.10.005; Sarabi, S., Han, Q., de Vries, B., Romme, A.G.L. The nature-based solutions planning support system: A playground for site and solution prioritization. *Sustainable Cities and Society*, Vol. 78, 2022, 103608. Doi: 10.1016/j.scs.2021.103608.

⁵ Данный список не является исчерпывающим и может быть в дальнейшем скорректирован.

«Недостаток знаний многофункциональности ПР»; «Местный контекст. Разнообразие окружающей среды»; «Сложности, связанные с владением собственностью» (см. Табл. 2). В то время как Стратегия С1 «Исследования» может способствовать преодолению самых разнообразных препятствий: информационных, административных, финансовых, политических, способствовать разработки руководящих принципов и политики в сфере подготовки специалистов, достижению компромиссов при решении разнообразных городских задач и межотраслевого сотрудничества, проведению оценки потенциальных рисков и положительных эффектов при внедрении ПР в планы городского развития и пр. Таким образом С1 можно считать наиболее трансверсальной.

Таблица 2 / Table 2

**Барьеры, тормозящие внедрению решений, основанных на природе, в городах /
Barriers to the adoption of Nature-Based Solutions in cities ***

Барьеры	Описание
<i>Отсутствие чувства приоритета в решении экологических проблем</i>	У лиц, принимающих решения, зачастую не стоит задача безотлагательности решения экологических проблем, что отчасти связано с недостатком знаний о кризисной ситуации в экологической сфере и возможностях, которые предоставляют ПР.
<i>Разнообразие определений и классификаций ПР</i>	Отсутствие единого понимания, в отношении ПР, и как результат множество определений ПР, а также разнообразие их классификации, приводит к тому, что заинтересованные стороны (включая лиц, принимающих решения, инвесторов, ученых и население) по-разному интерпретируют ПР и связанные с ними ожидания.
<i>Недостаток знаний многофункциональности ПР</i>	Недостаток знаний о многофункциональности ПР приводит к ограниченной осведомленности о том, что ПР могут предлагать альтернативные / дополнительные варианты для решения городских проблем.
<i>Местный контекст. Разнообразие окружающей среды</i>	Разнообразные условия окружающей среды, местный контекст и различные городские приоритеты затрудняют масштабирование проектов ПР и требуют их адаптации в каждом конкретном случае.
<i>Неопределенность производительности ПР</i>	Экономические, социальные и экологические выгоды / недостатки в результате внедрения и дальнейшей эксплуатации ПР не всегда очевидны на рассматриваемом интервале времени, в т.ч. из-за отсутствия исчерпывающей информации.
<i>Отсутствие единой системы оценки воздействий ПР</i>	Отсутствие общепринятой системы оценки воздействий ПР, которая позволила бы описать положительное / негативное воздействие ПР на различные сферы затрудняют как принятие решений о внедрении ПР, так и возможность учитывать опыт реализованных проектов.
<i>Отсутствие руководящих принципов. Бюрократическое бремя</i>	Отсутствие четких руководящих принципов, включая рекомендации по проектированию, реализации, эксплуатации и мониторингу ПР не только тормозит реализацию ПР, но может сопровождаться негативными последствиями и опытом в результате некорректно принятых решений наравне с бюрократическим бременем и получением разнообразных разрешений и согласований.
<i>Отсутствие политической воли. Риски долгосрочных обязательств</i>	Отсутствие политической воли и долгосрочных обязательств приводит к ситуациям, когда приоритет отдается кратко- и среднесрочным проектам, результат которых является более быстрым и ощутимым по сравнению с проектами по реализации ПР, которые являются долгосрочными.
<i>Недостаток финансовых ресурсов, инвестиционных программ и стимулов</i>	В большинстве случаев в бюджете города не предусмотрено финансирование программ, связанных с реализацией решений, основанных на природе. Что касается инвестиций, то приоритет обычно отдается традиционным решениям с прогнозируемым результатом. Кроме того, отсутствие стимулов и льгот, поощряющих бизнес к внедрению ПР, ставит в приоритет внедрение иных решений.
<i>Фрагментация управления последствиями стихийных бедствий и ответственности за адаптацию к изменению климата</i>	Отсутствие единого органа, отвечающего как за адаптацию к климатическим изменениям, так и борьбу /снижение рисков при стихийных бедствиях, а также сложности в координации работы различных ведомств в решении подобных проблем тормозят внедрение ПР в городах.
<i>Отраслевая разрозненность</i>	Отраслевая разрозненность и фрагментированное управление затрудняют достижение компромиссов для принятия ПР.
<i>Трудности интеграции ПР с другими решениями</i>	Опасения, связанные с потенциальными трудностями при интеграции ПР с другими решениями (например, усложнение процесса проектирования и

	реализации таких решений) приводят к тому, что лица, принимающие решения, предпочитают не включать ПР в комплексные программы развития, требующие многоэтапного согласования.
<i>Адаптация инфраструктуры</i>	Адаптация существующей городской инфраструктуры к внедряемым ПР, включая гидравлическую и дорожную инфраструктуры; а также высокая плотность застройки являются сдерживающими факторами при реализации ПР даже в ситуациях, когда другие барьеры преодолены, наравне с необходимостью сохранения архитектурного наследия.
<i>Сложности, связанные с владением собственностью</i>	Реализация ПР может повлиять на порядок владения городскими земельными участками и недвижимостью в городах, что может повлечь необходимость внесения изменений в юридические акты связанные с владением.
<i>Нехватка персонала и специалистов</i>	Нехватка / отсутствие квалифицированных специалистов и соответствующих образовательных программ для подготовки персонала, способного выполнять задачи, связанные с проектированием, внедрением и эксплуатацией ПР тормозят разработку и внедрение проектов, включающих ПР.
<i>Доказательная база влияния ПР на УР</i>	Взаимодействие ПР с парадигмой устойчивого развития все еще требует научной доказательной базы и практического опыта.

*Источник: / Source: Адаптировано по / Adapted by Sarabi, S., Han, Q., Romme, A.G.L., de Vries, B., Valkenburg, R., den Ouden E. "Uptake and implementation of nature-based solutions: an analysis of barriers using interpretive structural modeling". *Journal of Environmental Management*, 2020. Vol. 270, Article 110749, available at: Doi: [10.1016/j.jenvman.2020.110749](https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110749)

Таблица 3 / Table 3

**Стратегии, направленные на преодоление барьеров на пути реализации ПР /
Strategies to overcome barriers to NBS implementation**

Стратегия		Описание
C1	<i>Исследования</i>	Стратегия, призванная поощрять разработку единой системы оценки воздействия ПР и научно-исследовательскую деятельность по темам, которые расширяют знания о ПР и их влиянии на УР, что позволит в т.ч. прийти к единому пониманию как ПР, так и их классификации.
C2	<i>Нормативно-правовые и политические инструменты</i>	Стратегия, предусматривающая разработку законодательной базы для содействия внедрению ПР в городах; и принятие политических решений, направленных на реализацию сквозной политики «экосистемы-вода-климат-энергетика-продовольствие-социальное благополучие».
C3	<i>Стандарты и рекомендации</i>	Стратегия, связанная с разработкой руководящих принципов и стандартов для надлежащего проектирования, реализации и эксплуатации ПР, которые учитывают в т.ч. широкий спектр географических и климатических особенностей городов.
C4	<i>Управление и планирование</i>	Стратегия, направленная на включение ПР в планы городского развития, включая долгосрочные периоды.
C5	<i>Коммуникация и межотраслевое сотрудничество</i>	Стратегия, направленная на укрепление сотрудничества и взаимодействия заинтересованных сторон, в т.ч. представителей различных отраслей, для достижения компромиссов и синергии на этапах проектирования и внедрения многофункциональных ПР.
C6	<i>Гибридные решения</i>	Стратегия, предусматривающая более целостные подходы путем объединения ПР с другими решениями (в т.ч. «серыми»), что может повысить производительность, а также способствовать циклическому использованию ресурсов (экономике замкнутого цикла).
C7	<i>Рынок и бизнес</i>	Стратегия, направленная на реализацию новых бизнес-моделей и расширение деловых контактов по вопросам внедрения ПР.
C8	<i>Финансовые инструменты и стимулы. Механизмы компенсации</i>	Стратегия, позволяющая облегчить доступ к финансовым ресурсам наряду с разработкой стимулов для внедрения ПР, в т.ч. для бизнеса; создание механизмов компенсации (финансовых или концептуальных) для облегчения внедрения ПР (в т.ч. вместо других решений).
C9	<i>Модели и методы управления собственностью</i>	Стратегия, направленная на создание механизмов, которые могут снизить сопротивление со стороны собственников городских земельных участков и зданий.
C10	<i>Выбор места</i>	Стратегия особенно актуальна на этапе проектирования, когда существует гибкость в выборе места реализации и больше возможностей для компромиссов.

C11	<i>Методы адаптивного проектирования и эксплуатации</i>	Стратегия, связанная с учетом экологических, социальных и экономических условий в процессе проектирования и планирования, а также надлежащих методов эксплуатации и технического обслуживания.
C12	<i>Выбор конкретных ПР</i>	Стратегия применима, когда существует гибкость в выборе ПР для достижения конкретной цели (целей) в соответствии с местным контекстом, техническими требованиями и т.п.
C13	<i>Информирование и популяризация</i>	Стратегия, предусматривающая продвижение информационных кампаний о преимуществах и многофункциональности ПР, а также неотложности принятия мер по защите окружающей среды, состояния водной среды и качества воздуха.
C14	<i>Технологии и инновации</i>	Стратегия, относящаяся к использованию современных технологий (I4.0) и инновационных решений для повышения эффективности работы, эксплуатации и мониторинга.
C15	<i>Вовлечение местных сообществ</i>	Стратегия, связанная с внедрением механизмов для расширения участия населения в обсуждении и реализации проектов включающих ПР.
C16	<i>Наращивание кадрового потенциала</i>	Стратегия, подразумевающая подготовку специалистов определенной квалификации; сотрудничество с учебными заведениями.

Источник: / Source: Рисунок составлен авторами / The Figure is compiled by the authors

При выборе стратегии (набора стратегий) представляется важным учитывать «цепной» характер барьеров, т.е. когда один барьер провоцирует / усиливает действие других.

Природные решения и управление городскими водными ресурсами

Концепцию ПР все чаще применяют для решения задач, связанных с циркулярностью в городах, в частности при управлении городским водным циклом.

Для повышения эффективности ПР при их внедрении в городской ландшафт крайне важно, чтобы решения, основанные на природе, рассматривались в качестве альтернативы / дополнительных решений наравне с «серой» (традиционной) инфраструктурой, начиная со стадии разработки планов городского развития. Однако зачастую «озеленение города» рассматривается в качестве единственного приложения ПР без учета многофункциональности ПР и дополнительных эффектов от внедрения подобных решений в городской среде. Более того, для большинства специалистов по городскому планированию, не имеющих опыта работы с ПР, трудно провести границу между различными типами ПР и их эффективностью (см. Табл. 2, барьер «Нехватка персонала и специалистов определенного уровня подготовки»).

Внедрение природных решений в систему управления ливневыми водами в городах

Управление ВР в городской среде в части ливневых вод традиционно направлено на отвод излишков воды после осадков, чтобы избежать повреждений городской инфраструктуры и заболачивания. Сегодня для решения данной задачи используются различные (био)инженерные и «зеленые» решения⁶.

Вместе с тем в последнее время все чаще встает вопрос об удержании и сохранении ливневых вод для закрытия городского водного цикла, что является важной задачей в условиях возрастающего спроса на ВР и усиливающегося дефицита воды в городах в различные периоды времени (Фонтана и Ерзнкян, 2024). С помощью ПР ливневые воды могут улавливаться, храниться и использоваться в качестве ресурса для подпитки грунтовых вод, бытовой санитарии, систем охлаждения и других городских нужд. Вместе с тем основной функцией ПР для управления ливневыми водами остается сокращение / удержание стока воды во время экстремальных гидрологических явлений.

Преимуществом ПР является то, что они подразумевают не только использование природных решений в противовес «серым», но и поддерживают экосистемные функции

⁶ См. проект «Повышение адаптационного потенциала при управлении городскими водными ресурсами» (проект RAINMAN) по Программе приграничного сотрудничества «Россия – Юго-Восточная Финляндия на период 2014–2020 годов» с участием ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга». Адаптация систем водоотведения Санкт-Петербурга к интенсификации атмосферных осадков в условиях изменения климата. VodaNews. Электронный ресурс. URL: <https://voda-news.info/adaptaciya-sistem-vodoootvedeniya-sankt-peterburga-k-intensifikacii-atmosferyh-osadkov-v-usloviyah-izmeneniya-klimata/> (дата публикации 15 февраля 2024).

(улучшение биоразнообразия, удержание воды, сокращение островов тепла, улучшение здоровья населения). Вместе с тем нельзя отрицать, что инженерные и высокотехнологичные решения необходимы для создания надежного интерфейса между природой и городом, чтобы гарантировать эффективную функциональность обоих.

Например, низкотехнологичные «растительные крыши» способны улавливать и испарять воду подобно естественным действиям в природе (Сысоева и Богачев, 2023). В то же время подобные решения могут проектироваться также для временного хранения дождевой воды и ее последующего использования, фактически выполняя функцию зеленых насаждений только с улучшенным управлением дождевой водой. В свою очередь высокотехнологичные «растительные крыши» включают системы инфильтрации и очистки воды, что позволяет не только улавливать, хранить, но и повторно использовать дождевую воду минуя городские очистительные системы. Подобные решения сводят к минимуму потенциальный переток в канализационные системы во время ливневых осадков, одновременно снижая нагрузку на городские очистные сооружения и предотвращая диффузное загрязнение водных объектов; а также компенсируют потребность в водопроводной воде для орошения, например в периоды засухи. Таким образом, высокотехнологичные «растительные крыши» служат нескольким целям и соответствуют концепции многофункционального многоуровневого города.

Чтобы способствовать широкомасштабному внедрению ПР в практику городского управления ВР, включая борьбу с экстремальными погодными условиями, важно учитывать рассмотренные ранее барьеры и стратегии их преодоления, что *помимо прочего* позволит избежать снижения производительности ПР и функционального сбоя, создавая угрозу благополучию населения и городской инфраструктуры.

Вместе с тем необходимо избегать подхода «слепое копирование». Так, признанная экспертами эффективность ПР зависит в т.ч. от их адаптации к «Местному контексту и учету разнообразия окружающей среды» (см. Табл. 2). Игнорирование данного барьера может привести к усилению действия других барьеров из-за их «цепного» характера (например таких барьеров как «Трудности интеграции с другими решениями», «Адаптация инфраструктуры», «Сложности с владением недвижимостью», «Отсутствие чувства приоритета в решении экологических проблем», «Неопределенность производительности ПР»). Вместе с тем в случае тщательной проработки вопроса, связанного с адаптацией, действие некоторых барьеров может быть нивелировано (например относительно барьера «Риски долгосрочных обязательств» могут быть оправданы за счет предотвращения потенциального экономического и социального ущерба в случае затопления городской структуры).

Стратегии управления ливневыми осадками

Минимизация ущерба при экстремальных погодных условиях (Вставка 1) и усиливающегося давления на городскую инфраструктуру требует разработки стратегий управления ВР, которые учитывают гибридные инфраструктурные решения (сочетание ПР, традиционных решений и умных технологий) (Фонтана и Ерзнкян, 2024). В результате подобных действий преимущества ПР будут сочетаться с надежностью «серых» решений, что позволит добиваться лучших результатов в экстремальных условиях.

Вставка 1 / Box 1

Выдержки из проекта Государственного доклада Минприроды России о состоянии и охране окружающей среды за 2023 год /

Excerpts from the draft State Report of the Ministry of Natural Resources of the Russian Federation on the state and protection of the environment for 2023 *

Климатическая характеристика	Средняя годовая сумма осадков превысила 6% от нормы.
	Доля площади с избытком составила 31%, с дефицитом осадков – 11%.
	Отмечено 1191 опасных гидрометеорологических явлений (на 215 явлений больше, чем в 2022 г.).
	Оперативно-прогностическими учреждениями Росгидромета выпущено 2224 штормовых предупреждений, оправдываемость которых достигла 96,2% (в 2022 году – 2045 предупреждения, оправдываемость – 95,9%).

Водные ресурсы	Объём сточных вод, сбрасываемых в природные поверхностные воды, увеличился на 3,6% по сравнению с 2022 г.
	Сокращение объёма загрязнённых сточных вод, сбрасываемых в поверхностные водоёмы, за 2014–2023 год составило 2,4%.

Источник: / Source: Проект Госдоклада о состоянии и охране окружающей среды за 2023 год. Минприроды России. Дата размещения: 10.09.2024. [Электронный ресурс]. – URL: https://www.mnr.gov.ru/docs/proekty_pravovykh_aktov/proekt_gosudarstvennogo_doklada_o_sostoyani_i_obohrane_okruzhayushchey_sredy_v_rossiyskoy_federats/; https://ecoportal.su/news/view/126343.html?utm_source=subscribe&utm_medium=email&utm_campaign=week

Для достижения оптимальных результатов предлагается использовать трехступенчатый подход (CEWR, 2022). При реализации такого подхода ливневые осадки условно делятся на три группы: прогнозируемые обильные осадки, которые происходят раз в 10-15 лет и могут быть учтены при разработке стратегий и проектных решений; непрогнозируемые экстремальные ливневые осадки, которые не могут быть учтены и превосходят проектные мощности; осадки, которые относятся к периодическим (типичные для местности, где расположен город) и учитываются при разработке стратегий и при проектировании инфраструктурных и иных объектов.

Такими образом стратегии управления в отношении осадков можно разделить на область управления предсказуемыми экстремальными осадками; область управления непрогнозируемыми экстремальными осадками; и область управления прогнозируемыми (периодическими) осадками. Каждая из трех областей требует индивидуального подхода с учетом последующей интеграции полученных результатов для формирования целостной стратегии управления ВР. Подобные действия подразумевают рассмотрение различных временных шкал: краткосрочные и среднесрочные временные интервалы служат для выработки шагов, направленных на поддержку упреждающих шагов и включают обратимые вмешательства; долгосрочные временные интервалы (в течение которых происходят изменения, влияющие на гидрологический цикл) служат для планирования вмешательств, включающие как отдельные локальные меры, так и структурные городские преобразования, чувствительные к воде.

Подобные действия могут повысить адаптивность и эффективность стратегий управления ВР, в т.ч. к изменению интенсивности и непредсказуемости осадков.

Обсуждение

Города во все мире все чаще страдают от наводнений (вызванных экстремальными осадками) и засухой (которая может быть причиной ухудшения качества воды и теплового стресса). Для эффективного решения подобных проблем в планы городского развития должны интегрироваться решения, основанные на природе, которые зарекомендовали себя как эффективные подходы, способствующие решению многоцелевых задач. Важным является:

- Реализовывать решения предусматривающие соответствие между политикой, законодательными и нормативными актами, механизмами финансирования и поощрения, потенциалом для реализации решений и эксплуатации объектов предлагаемым мероприятиям.
- Делать акцент на адаптивность, т.к. с учетом неопределенностей, связанных с климатическими изменениями, вмешательства должны обладать гибкостью, чтобы приспособливаться к изменяющимся условиям и целям.
- Использовать природные процессы, обладающие высокими адаптационными характеристиками, чтобы «строить вместе с природой» и управлять количеством и качеством воды (van de Ven et al., 2024).
- Внедрять гибридные инфраструктурные решения, включающие ПР, чтобы повысить эффективность городской водной инфраструктуры в условиях непредсказуемости климатических изменений.
- Способствовать синергии между действиями по смягчению последствий наводнений и засух.
- Проектировать городскую инфраструктуру с учетом экстремальных (непредвиденных) нагрузок.

- Выявлять барьеры на пути интеграции ПР в планы городского развития и разрабатывать стратегии для их преодоления с учетом «цепного» характера барьеров.
- Разрабатывать открытые платформы для обмена данными и опытом реализованных проектов, которые включают ПР.
- Обеспечивать доступ к данным наравне с поиском компромиссов между различными группами заинтересованных сторон: многофункциональные решения предусматривают привлечение различных заинтересованных сторон к разрабатываемым проектам на всех этапах предполагаемых действий.
- Проводить оценку воздействий ПР как на приоритетные области (на которые в первую очередь направлено действие ПР), так и на различные городские сферы, начиная с этапа проектирования.

Выводы

Городское планирование, учитывающее климатические изменения и необходимость восстановления / поддержание природных экосистем, имеет важное значение при проектировании устойчивой городской среды. Концепция ПР, представляющая многофункциональные решения и подразумевающая многоуровневые подходы, может быть использована для достижения подобных целей.

Для более эффективного использования преимуществ, которые предоставляют ПР, необходимо в первую очередь внести ясность в понимание (определение) самой концепции и классификацию ПР; а также проанализировать ПР для различных городских условий и их взаимодействие с другими решениями, направленными на достижение устойчивого развития городов в условиях непредсказуемости климатических изменений.

Кроме того, необходимо оценить препятствия на пути интеграции ПР в планы городского развития с целью выработки стратегий для их преодоления. Для решения данной задачи были рассмотрены барьеры и дан обзор стратегий для их преодоления. Авторами подчеркивается, что при выборе стратегий необходимо учитывать «цепной» характер барьеров, поэтому рассмотрение причинно-следственных связей между барьерами имеет важное значение для выработки соответствующих стратегий.

В работе представлена методология направленная на улучшение процесса выбора набора ПР для достижения приоритетных городских целей. Предложенный метод позволяет визуализировать воздействие ПР для различных городских моделей и выявлять синергию при нацеливании как на приоритетные цели, так и на различные городские сферы, и помогает в достижении компромиссов.

В исследовании акцентируется внимание на необходимости включения ПР в стратегии управления ливневыми водами в городах с целью минимизации ущерба при экстремальных погодных условиях. Предлагается разделять стратегии управления в отношении осадков на области управления предсказуемыми экстремальными осадками; непрогнозируемыми экстремальными осадками; прогнозируемыми периодическими осадками типичными для конкретной местности. И хотя каждая из областей требует индивидуального подхода к процессу планирования и проектирования с учетом различных временных шкалах, на последующих этапах предлагается интегрировать полученные результаты в единую комплексную стратегию управления ВР. Подобные действия позволят *помимо прочего* определить шаги, включающие как обратимые вмешательства, так и шаги, направленные на планирование структурных городских преобразований, чувствительных к водной сфере. Подобные действия повышают адаптивность и эффективность стратегий управления ВР, в т.ч. к изменению интенсивности и непредсказуемости осадков.

Для успешного внедрения ПР в городское развитие признаются следующие рекомендации:

- Координировать разработку и внедрение ПР с целями устойчивого городского развития;
- Учитывать, что потенциал ПР заключается в динамических процессах как живой, так и неживой природы;
- Рассматривать ПР в качестве системы, а не набора индивидуальных решений;
- Учитывать, что для решения одной и той же проблемы для разных сред применимы различные ПР;

- Учитывать местный контекст, пространственные возможности и ограничения, которые характерны для конкретного города;
- Учитывать эффективность выбранных ПР для решения как приоритетных задач, так и широкого круга городских проблем;
- Рассматривать ПР в качестве дополнительных (в некоторых случаях – альтернативных) решений к традиционным «серыми» подходами для повышения как многофункциональности, так и устойчивости городской инфраструктуры;
- Выявлять барьеры на пути интеграции ПР в планы городского развития и разрабатывать стратегии по их преодолению с учетом «цепного» характера барьеров;
- Способствовать разработке и принятию единой методологии оценки воздействия ПР на различные городские сферы для различных временных интервалов;
- Рассматривать многофункциональность ПР как средство достижения компромиссов и синергии при наличии более одной цели;
- Разработать реализуемые рекомендации по проектированию, внедрению и мониторингу проектов ПР с использованием в т.ч. инструментов городского планирования;
- Обеспечить преемственность политических решений в отношении реализации действий по внедрению ПР в планы городского развития.

Результаты исследования способствуют принятию обоснованных решений о включении ПР в планы городского развития и могут служить базой для преодоления разрыва между городским планированием и концепцией ПР.

За рамками исследования остались вопросы оценки преимуществ и недостатков ПР, что является темой дальнейших исследований. С одной стороны, без всесторонней оценки, финансовые выгоды остаются неаккредитованными, а с другой, остаются не учтенными неденежные преимущества и выгоды подобных решений. Как следствие включение ПР в стратегии и практику городского развития тормозится на уровне проектов.

Полученные результаты являются промежуточными и требуют дальнейших исследований.

Литература / References

1. Иванова, Н.И., Левченко, Л.В. (2017), “«Зеленая» экономика: сущность, принципы и перспективы”, *Вестник Омского университета. Сер. «Экономика»*, № 2 (58), с. 19-28, доступно по адресу: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-ekonomika-suschnost-printsipy-i-perspektivy> (дата обращения: 27.09.2024). [Ivanova, N.I., Levchenko, L.V. (2017), “Green Economy: Essence, Principles and Prospects”, *Bulletin of Omsk University. Ser. "Economics"*, no. 2(58), pp. 19-28, available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/zelenaya-ekonomika-suschnost-printsipy-i-perspektivy> (date of access: 27.09.2024)].

2. Казанцев, П.А., Марус, Я.В., Смеловская, А.М. (2019), “Особенности формирования устойчивой городской среды в условиях реновации водной системы Владивостока”, *Урбанистика*, №1, с. 18-32, доступно по адресу: DOI: 10.7256/2310-8673.2019.1.29014; https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29014 (дата обращения: 06.07.2023). [Kazantsev, P.A., Marus, Ya.V., Smelovskaya, A.M. (2019), “Features of the formation of a sustainable urban environment in the context of the renovation of the water system of Vladivostok”, *Urbanism*, no.1, pp. 18-32, available at: DOI: 10.7256/2310-8673.2019.1.29014; https://nbpublish.com/library_read_article.php?id=29014 (accessed: 06.07.2023)].

3. Кирей, В.В. (2024), “Экосистемная адаптация в городских агломерациях как базовый элемент достижения целей устойчивого развития”, *Научный Журнал «Управленческий Учет»*, № 1, с. 208-214, доступно по адресу: DOI: 10.25806/uu12024208-214; https://elibrary.ru/download/elibrary_64320108_90127084.pdf (дата обращения: 28.09.2024). [Kirey, V.V. (2024), “Ecosystem Adaptation in Urban Agglomerations as a Basic Element in Achieving Sustainable Development Goals”, *Scientific Journal "Management Accounting"*, no. 1, pp. 208-214, available at: DOI: 10.25806/uu12024208-214; https://elibrary.ru/download/elibrary_64320108_90127084.pdf (accessed: 28.09.2024)].

4. Сысоева, Е.В., Богачев, А.В. (2023), “Влияние «зеленых крыш» на снижение ливневых стоков”, *Биосферная совместимость: человек, регион, технологии*, № 2, с. 81-89, доступно по

адресу: DOI: 10.21869/2311-1518-2023-42-2-81-89. [Sysoeva, E.V., Bogachev, A.V. (2023) "The Effect of "Green Roofs" on the Reduction of Storm Water", *Biosphere Compatibility: Man, Region, Technology*, no. 2, pp. 81-89, available at: DOI: 10.21869/2311-1518-2023-42-2-81-89].

5. Фонтана, К.А., Ерзнкян, Б.А. (2022), "Потенциал циркулярной экономики и «природных решений» – возможность достижения устойчивого развития", *Экономический анализ: теория и практика*, т. 21, вып. 4, с. 616-642, доступно по адресу: <https://doi.org/10.24891/ea.21.4.616>.

[Fontana, K.A., Yerznkyan, B.H. (2022), "The Potential of the Circular Economy and "Nature-Based Solutions" – The Possibility of Achieving Sustainable Development", *Economic Analysis: Theory and Practice*, vol.21, iss. 4, pp. 616-642, available at: <https://doi.org/10.24891/ea.21.4.616>].

6. Фонтана, К.А., Ерзнкян, Б.А. (2024), "Переход к экономике замкнутого цикла в рамках комплексного управления водными ресурсами. Обзор методов оценки", *Проблемы рыночной экономики*, № 1, с. 112-124, доступно по адресу: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2024-1-112-124>. [Fontana, K.A., Yerznkyan, B.H. (2024), "Transition to a circular economy within the framework of integrated water resources management. Review of Valuation Methods", *Problems of Market Economy*, no. 1, pp. 112-124, available at: <https://doi.org/10.33051/2500-2325-2024-1-112-124>].

7. Brundtland, G.H. "Our Common Future: Report of the World Commission on Environment and Development". 1987. Geneva, UN-Dokument A/42/427, available at: <http://www.un-documents.net/ocf-ov.htm> (accessed on 26 September 2024).

8. Bush, J., Doyon, A. "Building urban resilience with nature-based solutions: How can urban planning contribute?" *Cities*, 2019. Vol. 95, Article 102483, available at: Doi: 10.1016/j.cities.2019.102483.

9. Castellar, J. A., Popartan, L. A., Pueyo-Ros, J., Atanasova, N., Langergraber, G., Säumel, I., Acuna, V. "Nature-based solutions in the urban context: Terminology, classification and scoring for urban challenges and ecosystem services". *Science of the Total Environment*. 2021. Vol. 779, Article 146237, available at: Doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.146237.

10. CEWP. "Policy guidance on China-Europe cooperation on sponge cities". *China Europe Water Platform*. 2022. Vol. 46, available at: <https://cewp.eu/sites/default/files/2023-05/Policy%20Guidances%20of%20Partnership%20Instrument%20Project%20-EN.pdf> (accessed on 20 September 2024).

11. Eggermont, H., Balian, E., Azevedo, J. M. N., Beumer, V., Brodin, T., Claudet, J., Le Roux, X. "Nature-based solutions: New influence for environmental management and research in Europe". *GAIA-Ecological perspectives for science and society*. 2015. Vol. 24(4), pp. 243-248, available at: Doi: 10.14512/gaia.24.4.9.

12. "European Commission (EC). Research and innovation. Nature-based solutions". 2022, available at: https://research-and-innovation.ec.europa.eu/research-area/environment/nature-based-solutions_en (Accessed: 24 September 2024); EU (European Union). Project NBS EduWORLD, available at: <https://nbseduworld.eu> (Accessed: 24 September 2024).

13. IUCN. "Guidance for using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: A user-friendly framework for the verification, design and scaling up of Nature-based Solutions: First edition". Gland, Switzerland: IUCN, 2020. 62p. ISBN: 978-2-8317-2061-6, available at: <https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.09.en>.

14. Langergraber, G., Castellar, J. A., Pucher, B., Baganz, G. F., Milosevic, D., Andreucci, M. B., Atanasova, N. "A framework for addressing circularity challenges in cities with nature-based solutions". *Water*. 2021. Vol. 13 (17), Article 2355, available at: Doi: 10.3390/w13172355.

15. Meerow, S., Newell, J.P., Stults, M. "Defining urban resilience: A review". *Landscape and urban planning*. 2016. Vol. 147, pp. 38-49, available at: <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2015.11.011>.

16. NATURVATION (n.d.). *NATURVATION project. NATure-based URban InnoVATION. Project Proposal Submitted to the H2020 Call for Proposals SCC-03-2016 New Governance*, Business, Financing Models and Economic Impact Assessment Tools for Sustainable Cities With Nature-Based Solutions (Urban Re-naturing), by Harriet Bulkeley, Durham University, 2016, available at: <https://networknature.eu/naturvation> (accessed on 25 September 2024).

17. UNDP (United Nations Development Programme) "Five years on, taking stock of the New Urban Agenda". Guinea-Bissau, October 29, 2021, available at: <https://www.undp.org/blog/five-years-taking-stock-new-urban-agenda> (accessed on 26 September 2024).

18. UN. “Disaster Risk Reduction in the United Nations”. UN: New York, NY, USA. 2013. 178 p., available at: https://www.unisdr.org/files/32918_drrintheun2013.pdf (accessed on 10 August 2024).
19. Van de Ven, F.H.M., Zevenbergen, C., Montezuma, M.A., Ding, Z., Veerbeek, W., Chen, S. “The Three-Points Sponge Policy approach; toward an enhanced multi-level resilience strategy”. *Frontiers in Water*, 2024. Vol. 6, Article 1361058, available at: <https://doi.org/10.3389/frwa.2024.1361058>.

Об авторах

Фонтана Каринэ Аркадьевна, кандидат экономических наук, старший научный сотрудник Лаборатории стратегии экономического развития, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва.

Ерзнкян Баграт Айкович, доктор экономических наук, профессор, главный научный сотрудник, руководитель Лаборатории стратегии экономического развития, Центральный экономико-математический институт РАН, Москва.

About authors

Karine A. Fontana, Candidate of Sci (Econ.), Senior Researcher at the Laboratory of Economic Development Strategy, Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow.

Bagrat H. Yerznkyan, Doctor of Sci (Econ.), Professor, Principal Researcher, Head of the Laboratory of Economic Development Strategy, Central Economics and Mathematics Institute of RAS, Moscow.