

РОЛЬ РАСТИТЕЛЬНЫХ СООБЩЕСТВ ПРИ РЕАБИЛИТАЦИИ ГОРОДСКИХ ПРУДОВ

Е. В. Булдакова¹, А. В. Булдаков²

¹ Институт геоэкологии имени Е. М. Сергеева РАН (ИГЭ РАН), Москва, Россия,
e-mail: e_buldakova@mail.ru

² Институт градостроительного и системного проектирования, Москва, Россия,
e-mail: a_buldakov2004@mail.ru

THE ROLE OF PLANT COMMUNITIES IN THE REHABILITATION OF URBAN PONDS

E. V. Buldakova, A. V. Buldakov

Аннотация. Представлены результаты анализа проектов экологической реабилитации модельных прудов Москвы. На основе сравнительного анализа реализованных проектов определен объем полученных эффектов от озеленения. Разработан алгоритм экологической реабилитации растительных сообществ, направленный на предоставление экосистемных услуг в условиях реализации управленческих решений по сохранению биоразнообразия и восстановлению природных экосистем в городах. Восстановление и экологическая реабилитация природной среды прудов способствует сохранению биоразнообразия, формирует идентичность пространства и обеспечивает условия для взаимодействия природы и человека в условиях урбанизированного пространства.

Ключевые слова: биоразнообразие, восстановление растительных сообществ, искусственные водоемы, устойчивое городское озеленение, экосистемные услуги

Abstract. The results of the analysis of ecological rehabilitation projects for model ponds in Moscow are presented. Based on a comparative analysis of implemented projects, the number of benefits from landscaping has been determined. An algorithm for ecological rehabilitation of plant communities has been developed to provide ecosystem services while implementing management decisions to preserve biodiversity and restore natural ecosystems in cities. The restoration and ecological rehabilitation of natural pond environments contribute to biodiversity conservation, form the identity of space, and provide conditions for human-nature interaction in urbanized areas.

Keywords: biodiversity, restoration plant communities, artificial reservoirs, sustainable urban greening, ecosystem services

По мере роста урбанизации во всем мире и растущей фрагментации природной среды возрастает значение городских зеленых насаждений для сохранения биоразнообразия и повышения устойчивости городов к глобальному изменению климата. Это отмечается в различных документах и программах как на глобальном, так и региональном уровнях¹. Поэтому расширение площадей природных местообитаний и создание экологических коридоров является ключевым условием реализации стратегии сохранения городского биоразнообразия (Конвенция..., 2022; Beninde et al, 2015).

Городские искусственные водоемы как элемент водно-зеленой инфраструктуры обеспечивают регуляторные (водоочистка, стабилизация микроклимата) и культурные (рекреация) экосистемные услуги (CICES, 2018; ТЕЕВ, 2011; Максимова, 2022). Однако их потенциал критически снижается из-за деградации берегов, загрязнения и антропогенной нагрузки. Эти проблемы напрямую связаны с угнетением растительных сообществ — основного продуцента экосистемных услуг. Следовательно, восстановление и развитие природных экосистем на прилегающих территориях является одной из важных задач при реабилитации подобного рода объектов.

В Москве насчитывается более 400 прудов. Ежегодно на основе многолетнего мониторинга их состояния, учета водного и экологического баланса, а также с учетом мнения горожан формируются перечни объектов для реабилитации. Таким образом, разработка научно-обоснованных подходов к экологической реабилитации искусственных водоемов является актуальной задачей для создания комфортной городской среды² и поддержания биоразнообразия (Пруды Москвы, 2007).

Методика исследования включала последовательные этапы. На первом этапе из 15 проанализированных проектов экологической реабилитации прудов Москвы (2008–2022 гг.) были отобраны

¹ Обзор деятельности Программы Организации Объединенных Наций по населенным пунктам (ООН-Хабитат), 2021. [Электронный ресурс] // URL: https://unhabitat.org/sites/default/files/2022/01/report_-_russian.pdf / (дата обращения: 14.07.2024); Cities for Biodiversity (C4B). Accessed at: <https://www.thegpsc.org/c4b> (accessed on: 14.07.2024); Приодоориентированные решения для борьбы с изменением климата. [Электронный ресурс] // URL: <https://unbiodiversitylab.org/ru/> (дата обращения: 14.07.2024).

² Национальный проект «Формирование комфортной городской среды». [Электронный ресурс] // URL: <https://pos.gosuslugi.ru/lkp/flks/home/> (дата обращения: 04.07.2025).

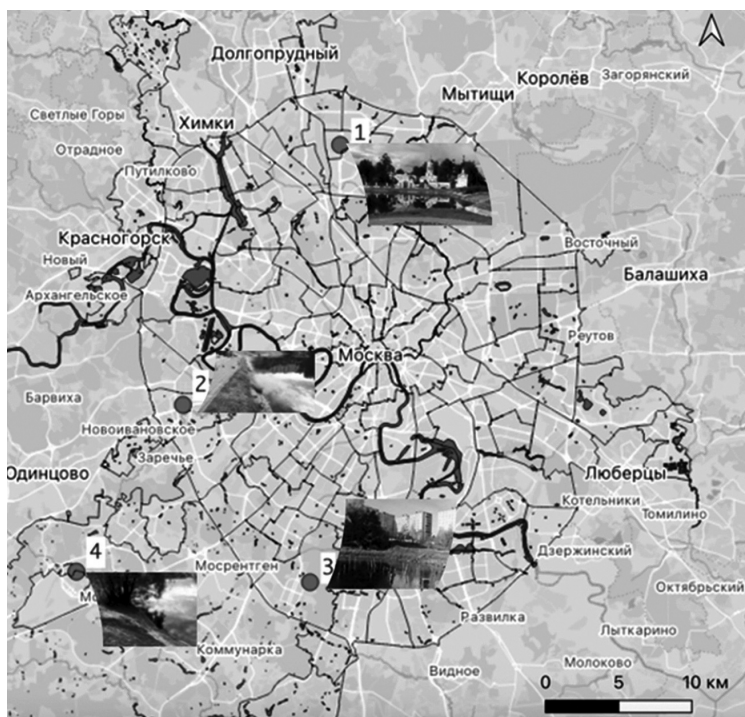


Рис. 1. Расположение модельных объектов

4 модельных объекта (рис. 1), репрезентативных для основных типов городских прудов по критериям: функциональное назначение, статус территории, ландшафтные условия, полнота данных по состоянию отдельных компонентов геосистем до реализации проектов и после.

Все отобранные объекты имеют разные сроки реализации проектов, что также дает возможность оценить долгосрочные эффекты, полученные в результате экологической реабилитации.

Перечень модельных объектов и их основные характеристики представлены в табл. 1.

Для каждого объекта проводилось натурное обследование прибрежных зон с оценкой состояния берегов, почвенно-растительного покрова и гидрологических характеристик, а также анализировались данные проектной документации и отчетов о реализации. Далее выполнялся сравнительный анализ структуры землепользования до и после реабилитации с применением ГИС-технологий.

Таблица 1. ХАРАКТЕРИСТИКА МОДЕЛЬНЫХ ОБЪЕКТОВ

Название объекта, адрес; год реализации проекта	Функциональное назначение
1. Алтуфьевский пруд, г. Москва, СВАО, Алтуфьевское шоссе, 147; 2023 г.	Рекреационное. Без купания. Расположен на территории объекта культурного наследия «Усадьба „Алтуфьево“» в границах особо охраняемой природной территории — комплекс- ный заказник «Алтуфьевский». Окружен озелененными территориями. Русловой проточный пруд
2. Пруд на ул. Кутузова, г. Москва, ЗАО, ул. Ку- тузова, д. 1; 2021 г.	Рекреационное. Без купания. Часть территории относится к территории природ- ного комплекса г. Москвы. Расположен на озелененной территории внутри жилой застройки
3. Пруд на ул. Рокото- ва, г. Москва, ЮЗАО, ул. Рокотова; 2005 г.	Рекреационное. Без купания. Не относится к территории природного комплекса г. Москвы. Расположен в жилой застройке
4. Пыхтинский (Ликов- ский) пруд, г. Москва, Новомосковский АО, СП Внуково, д. Пыхти- но; в процессе реали- зации	Рекреационное. Не относится к территории природного комплекса г. Москвы. Расположен на озелененной территории. Относится к русловому типу, оснащен системой гидротехнических сооружений

В результате комплексного анализа прибрежных территорий четырех прудов (Алтуфьевский, ул. Кутузова, Пыхтинский, ул. Рокотова) на предпроектном этапе выявлены общие для всех модельных объектов проблемы:

1. Деградация берегов — активная эрозия и оползневые процессы (охватывают до 80 % участков), усугубленная на пруду ул. Рокотова незаконной засыпкой акватории в 1990-х.

2. Комбинированное загрязнение различных компонентов природной среды присутствует во всех случаях:

– биологическое: в почвах / донных отложениях (категории «умеренно-опасная» или «опасная» по СанПиН 2.1.7.1287–03);

– химическое: локальные превышения ПДК в воде (Ni, Cu, Fe) или донных отложениях (строительный мусор на ул. Рокотова).

3. Деградация экосистем — снижение проективного покрытия травянистой растительности до 40 % (при норме 70–80 %), местами отмечается гибель древесных насаждений (ольховник на ул. Рокотова).

4. Антропогенная нагрузка — стихийные тропы (плотность до 5 км/га), кострища (15 ед. на Пыхтинском), скопления ТБО (пластик, стекло) и техногенного мусора (отходы гаражей на ул. Рокова).

Таким образом, комплексный анализ позволил выявить четыре основные системные проблемы, характерные для всех исследуемых прудов: деградацию берегов, комбинированное загрязнение компонентов среды, угнетенное состояние прибрежных экосистем и повышенное антропогенное давление. Эти нарушения создают угрозу утраты экосистемных функций водоемов, что и стало основанием для разработки конкретных проектных решений по каждому объекту. Поэтому все проектные предложения включают комплекс мероприятий по восстановлению и экологической реабилитации прудов.

На следующем этапе исследования на основе анализа проектных решений была разработана классификация, связывающая типы реабилитационных мероприятий (биоинженерные решения, реконструкция насаждений, организация рекреации) с предоставляемыми экосистемными услугами согласно общепринятым классификациям (CICES, TEEB).

Для систематизации всего спектра проектных решений и определения роли растительных сообществ была составлена табл. 2.

Таким образом, проведенный анализ проектных решений и их результатов выявил ключевую закономерность: озеленение прибрежных территорий и акваторий прудов обеспечивает наиболее широкий спектр экосистемных услуг по сравнению с другими мероприятиями. Классификация и оценка услуг выполнена на основе общепринятых международных систем CICES (Common International Classification of Ecosystem Services) и концепции TEEB (Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management). Такой подход обеспечивает, во-первых, сопоставимость с аналогичными исследованиями городских экосистем, во-вторых, учет специфики регулирующих (водоохранные функции), культурных (рекреация) и поддерживающих (биоразнообразие) услуг и возможность интеграции с принципами Стандарта комплексного развития территорий Российской Федерации.

Во всех проектах экологической реабилитации прудов были достигнуты значимые результаты в развитии зеленых пространств: сохранение (Алтуфьевский пруд) или увеличение площади озеленения (рис. 2), а также качественное преобразование растительных сообществ (использование аборигенных видов в озеленении, использование многоярусных насаждений).

**Таблица 2. Планируемые мероприятия
и соответствующие экосистемные услуги**

Мероприятия	Решения	Результат	Экосистемные услуги
1. Инженерная подготовка и оборудование прибрежных территорий	Выполнение работ по геопластике, мелиорации, берегоукреплению, противозрозионные и противооползневые мероприятия, рекультивация загрязненных участков, организация сбора, отвода и очистки поверхностного стока	Устойчивость прибрежных экосистем, снижение риска наводнений, улучшение геотехнических условий, регулирование температуры воздуха, снижение риска засухи	Регулирующие
2. Санитарная очистка акватории водных объектов и прилегающих территорий	Сбор, вывоз и утилизация ТБО, загрязненных донных отложений, загрязненных грунтов	Безопасность территории водных объектов	Регулирующие
3. Достижение нормативов качества воды	Комплекс мероприятий, обеспечивающих благополучные санитарно-экологические условия в акваториях прудов, стимуляция естественных самоочищающихся процессов	Безопасность водных объектов	Регулирующие
4. Реабилитация акваторий и прибрежных территорий с учетом их функционального назначения	Посадка водных растений, зарыбление, озеленение прибрежных зон, рекультивация почвы, благоустройство	Сохранение и/или восстановление биоразнообразия на уровне видов и экосистем, создание условий для взаимодействия человека и природы, улучшение здоровья и благополучие горожан	Регулирующие, поддерживающие, культурные, обеспечивающие

Структура площадей, занимаемых различными типами планировочной организации территории представлена на рис. 2.

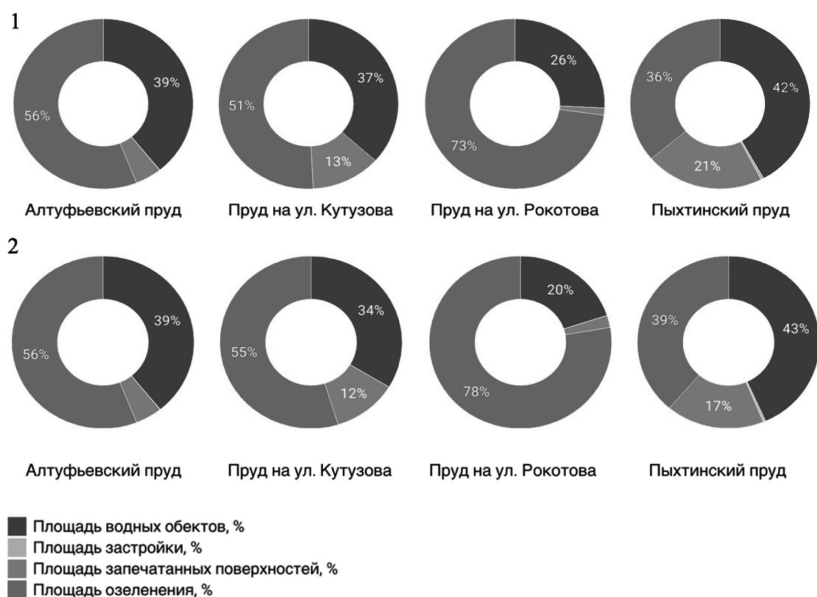


Рис. 2. Изменение структуры территорий после реализации проектов
(1 — было; 2 — стало)

На диаграммах видно, что для всех объектов выполняется требование по нормативным значениям СП 42.13330.2016¹ необходимой площади озеленения для зон рекреационного назначения для территорий общего пользования не менее 10 %. Однако необходимо отметить, что все разработанные проекты демонстрируют дифференцированный подход, основанный на комплексной диагностике антропогенной нагрузки и инвентаризации экологического статуса территорий. Максимальные преобразования осуществлены на объектах с критическими нарушениями. Так на Пыхтинском пруду предлагается сокращение запечатанных поверхностей на 18 % при увеличении площади озелененных территорий на 7 %, для водоема на ул. Кутузова, где отмечался исходный дефицит озеленения (1 215,7 м² при норме > 2 500 м²), применена стратегия экологической компенсации за счет увеличения зеленого каркаса с использованием многоярусных посадок.

¹ СП 42.13330.2016 «СНиП 2.07.01–89* Градостроительство. Планировка и застройка городских и сельских поселений» (Приказ Минстроя России от 30 декабря 2016 г. № 1034/пр). [Электронный ресурс] // URL: <https://minstroyrf.gov.ru/upload/iblock/165/sp-42.pdf>.

Особо выделяется Алтуфьевский пруд, который располагается в границах заказника, поэтому был избран консервационный сценарий реабилитации территории, при котором предусматривается полное сохранение исходных параметров различных функциональных зон, при улучшении самого качества элементов зеленого каркаса, за счет посадки аборигенных видов, что обеспечивает баланс между восстановительным вмешательством и устойчивостью экосистем.

Количественная оценка эффектов (рис. 3) проведена на основании площади озеленения и данных Стандарта комплексного развития территорий¹ и осуществлялась расчетным методом по формуле:

$$V_{es} = S_{green} \times U_{norm},$$

где V_{es} — объем экосистемной услуги, S_{green} — площадь озеленения (по типам насаждений), U_{norm} — норматив предоставления услуги на единицу площади (по Стандарту комплексного развития территорий РФ).

	Площадь озеленения, га	Поглощение углекислого газа, т/га/год	Улавливание частиц пыли, т/га/год	Выделение кислорода, т/га	Снижение температуры воздуха, °С
Алтуфьевский пруд	1,50	5,24	14,15	4,13	5,50
Пруд на ул. Кутузова	0,10	0,35	0,94	0,28	5,50
Пруд на ул. Рокотова	0,70	2,44	6,60	1,93	5,50
Пыхтинский пруд	20,50	71,55	193,42	56,38	5,50

Рис. 3. Объем экосистемных услуг после реализации проектов

Видно, что объем предоставляемых экосистемных услуг напрямую зависит от площади зеленых насаждений. В то же время максимальное сохранение видового состава естественного травяного покрова, древесного и кустарникового ярусов является основополагающим фактором для обеспечения выполнения прибрежной полосой водозащитных и водорегулирующих функций при экологической реабилитации прудов.

В результате проведенных исследований, а также анализа современной литературы в области оценки экосистемных услуг, предоставляемых зелеными насаждениями при проектировании городских территорий, предлагается общий алгоритм разработки решений по устойчивому озеленению прибрежной территории прудов, который можно разбить на три смысловых блока: анализ

¹ Стандарт комплексного развития территории <https://дом.пф/urban/standards/printsipy-kompleksnogo-razvitiya-territoriy/?ysclid=m6kli3p7sa128059663>.

состояния озелененных пространств (шаг 1–3), разработка мероприятий (шаг 4–5) по реконструкции растительных сообществ или восстановление нарушенных экосистем, реализация проекта (шаг 6) и оценка полученных эффектов после его реализации (рис. 4).

Шаг 1	Проведение натурных исследований с оценкой современного состояния прибрежных озелененных территорий.
Шаг 2	Оценка существующих деревьев и кустарников с точки зрения санитарного состояния и их эстетической ценности, выявление редких и особоохраняемых, редких, а также инвазионных видов.
Шаг 3	Выявление флористического состава травянистого яруса и эколого-ценотической принадлежности видов в растительном сообществе на территории предполагаемой реконструкции растительных сообществ.
Шаг 4	Проведение анкетирования местных жителей по определению запроса на благоустройство и озеленение объекта.
Шаг 5	Разработка концепции озеленения модельного объекта в зависимости от существующих естественных (абиотических и биотических) и антропогенных факторов.
Шаг 6	Реализация проекта по озеленению.

Рис. 4. Алгоритм проектирования устойчивого озеленения прибрежных территорий прудов

Реабилитация городских прудов представляет собой частный случай управления водно-зеленым каркасом, объединяющего гидрологические и биотические компоненты для повышения экологической устойчивости городов. Проведенное исследование доказало, что все проекты реабилитации демонстрируют, с одной стороны, адресный подход, при котором основные мероприятия направлены на восстановление утраченных экосистемных функций искусственных водоемов, а с другой позволяют сформировать универсальную модель управления элементами водно-зеленого каркаса на основе разработанного алгоритма.

Зеленые пространства в контексте экологической реабилитации прудов должны представлять собой не просто объект благоустройства, а необходимую инфраструктуру для обеспечения экологической безопасности и комфорта городских территорий. Деградация растительных сообществ, напротив, может провоцировать загрязнение воды, эрозию берегов, снижать биоразнообразие и рекреационную привлекательность водных объектов. Необходимо отметить, что использование в озеленении преимущественно видов природной флоры, адаптированных к местным почвам и климату,

должно приветствоваться муниципальными властями, т. к. при таком подходе снижаются затраты на их уход из-за адаптационных способностей по сравнению с интродуцированными видами.

ЛИТЕРАТУРА

- Конвенция о биологическом разнообразии. Конференция сторон. Пятнадцатое совещание. Ч. II. Монреаль, Канада, 7–19 декабря 2022 года. 2022. С. 7.
- Максимова О. Экосистемные услуги в Российском законодательстве. Экоурбанист. 2022. [Электронный ресурс] // URL: <https://ecourbanist.ru/vzi-law/ekosistemnye-uslugi-v-rossijskom-zakonodatelstve/> (дата обращения: 10.07.2024).
- Пруды Москвы: (Прошлое и настоящее) / Под ред. С. В. Крючкова. М.: Рекламно-издательский комплекс «Галерея», 2007. С. 176.
- Beninde J., Veith M., Hochkirch A. Biodiversity in cities needs space: A meta-analysis of factors determining intra-urban biodiversity variation. *Ecology Letters*. 2015. Vol. 18. No 6. Pp. 581–592. <https://doi.org/10.1111/ele.12427>.
- Haines-Young R., Potschin M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Fabis Consulting Ltd 2018. Accessed at: <https://cices.eu/content/uploads/sites/8/2018/01/Guidance-V51-01012018.pdf> (accessed on: 02.07.2025).
- TEEB. 2011. TEEB Manual for Cities: Ecosystem Services in Urban Management. Accessed at: https://www.teebweb.org/wp-content/uploads/Study%20and%20Reports/Additional%20Reports/Manual%20for%20Cities/TEEB%20Manual%20for%20Cities_English.pdf (accessed on: 02.07.2025).