

Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal <https://esj.today>

2022, №6, Том 14 / 2022, No 6, Vol 14 <https://esj.today/issue-6-2022.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf>

DOI: 10.15862/89NZVN622 (<https://doi.org/10.15862/89NZVN622>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Курочкина, В. А. Концепция и основные мероприятия по геоэкологической реабилитации малых рек и прилегающих территорий городов / В. А. Курочкина, И. А. Сметанин // Вестник евразийской науки. — 2022. — Т. 14. — № 6. — URL: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf> DOI: 10.15862/89NZVN622

**For citation:**

Kurochkina V.A., Smetanin I.A. Concept and main measures for ecological rehabilitation of small rivers and adjacent territories of cities. *The Eurasian Scientific Journal*. 2022; 14(6): 89NZVN622. Available at: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.). DOI: 10.15862/89NZVN622

УДК [502.211+502.51(075.8)]

**Курочкина Валентина Александровна**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,  
Москва, Россия

Доцент

Кандидат технических наук, доцент

E-mail: [kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru](mailto:kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru)

РИНЦ: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=657072](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072)

**Сметанин Иван Алексеевич**

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет»,  
Москва, Россия

Институт гидротехнического и энергетического строительства

Аспирант 2 курса, направление 1.6.21 «Геоэкология»

E-mail: [ivan\\_996boo@mail.ru](mailto:ivan_996boo@mail.ru)

**Концепция и основные мероприятия  
по геоэкологической реабилитации малых рек  
и прилегающих территорий городов**

**Аннотация.** Определение научной и инструментальной базы экологической реабилитации малых водотоков и водоемов одно из наиболее актуальных направлений деятельности в экологии и природопользовании. В основе экологической реабилитации всегда лежат научные подходы в области методологии экологической реабилитации водных объектов, на основании которых и проводится разработка методов по выбору приоритетных действий, направленных на экологическую реабилитацию озер, водохранилищ, рек и болот.

В данной статье проводится попытка сформулировать основные такие подходы с точки зрения экологической безопасности водных объектов в условиях интенсивного антропогенного воздействия. Объектом изучения была использована долина р. Чермянка.

В статье был проведен сравнительный анализ уже реконструированной части водного объекта и технических решений, примененных на его территории, и части объекта, который только готовится к проведению реабилитационных работ.

Установлены причины деградации экологического состояния водного объекта, выявлены основные факторы и источники антропогенного воздействия с учетом роли загрязненного поверхностного стока с водосборных территорий. Проанализированы климатические и геологические условия объекта исследования.

В статье делается вывод, что малые реки на территории г. Москвы в преобладающем большинстве случаев не являются исключительно водным объектом, а входят в состав различных особо охраняемых природных территорий. В связи с этим данные объекты и все происходящие в них изменения необходимо рассматривать только в контексте взаимодействия водного объекта с остальными компонентами природной среды и антропогенными факторами.

Было также проанализировано качество существующих мероприятий по экологической реабилитации участка реки Чермянки.

Приведены рекомендации по повышению эффективности мероприятий для обеспечения удовлетворительного геоэкологического состояния малых рек и разработана единая методологическая концепция геоэкологической реабилитации природных территорий.

**Ключевые слова:** открытые общественные пространства; городская среда; геоэкологическая реабилитация; малые реки; водные объекты; качество среды; депрессивные пространства; природный потенциал территории; природоохранные мероприятия; урбанизированные территории

### Введение

Процесс урбанизации является главным фактором развития различного рода инфраструктуры: производственной, социальной, институциональной и интенсификации воздействий от нее на природные объекты в пределах мегаполисов.

Практически все поверхностные и большая часть подземных водных объектов, особенно на европейской территории и в районах размещения крупных промышленных комплексов, испытывают значительное антропогенное воздействие, в первую очередь связанное с отбором и безвозвратными потерями водного стока. При недостаточной барьерной роли очистных сооружений этот комплекс воздействий приводит к загрязнению, истощению и деградации водных объектов, что требует осуществления комплекса инженерных мероприятий по снижению степени негативных воздействий и экологической реабилитации водных объектов.

Длительное использование неэкологических технологий в различных промышленных отраслях, отведение слабоочищенных промышленных и коммунальных стоков, попадание загрязнений с водосбора провоцирует развитие процессов заиления речных русел, снижения качества вод и ухудшения состояния природной среды малых водных объектах. Кроме этого, стоит учитывать слабое соблюдение режима зон санитарной охраны, например, различная строительная деятельность в пределах водоохраных зон.

Загрязнение среды обитания является важнейшей экологической проблемой быстро развивающихся и расширяющихся урбанизированных территорий. Водные объекты таких территорий практически всегда подвержены воздействию, потому что они являются конечными приемниками загрязнений всех природной среды (атмосфера, гидросфера, педосфера). Водные объекты г. Москвы являются частью единой геоэкологической системы города, и они также испытывают мощное негативное воздействие процессов урбанизации.

Мировой опыт показывает, что улучшения общего благосостояния населения и другие факторы, обуславливающие нарастание процессов загрязнения городских водных объектов, а также проблема их очистки и поддержания в приемлемом экологическом состоянии будет сопровождать урбанизированные территории еще в течение многих десятилетий [1].

Водные объекты на территории не являются исключительно замкнутой системой, а являются частью геоэкологической системы. В связи с этим все водоемы и водотоки, преобразования, связанные с влиянием природных и техногенных факторов, процессы самоочищения и

самовосстановления важно изучать и контролировать, исключительно в тесном взаимодействии природных сред друг с другом [2–3].

Процесс самостоятельного очищения природных и искусственных водотоков на данном момент времени принято ассоциировать с деятельностью окислительно-восстановительных процессов при взаимодействии загрязняющих веществ с донными отложениями [4]. Впервые предположение о том, что сорбция загрязняющих веществ мелкодисперсными взвесями (илами) в ходе седиментационных процессов является причиной более быстрого уменьшения концентрации загрязняющих веществ в воде, было высказано И.Д. Родзиллером [5]. Условия осаждения частиц и формирование донных отложений являются многофакторными процессами, которые зависят от гидродинамических, гидрологических, морфологических и других условий потока [6]. Донные отложения состоят из частиц, образующихся непосредственно в водоемах, и частиц, поступающих извне. Автохтонные компоненты являются результатом исключительно природной деятельности (эрозионная деятельность реки, абразия, отмирание биологических видов и др.). Аллохтонные компоненты приносятся стоком, ветром, могут поступать за счет антропогенных выбросов и сбросов (сброс сточных вод, промышленных отходов и т. п.).

Таким образом, донные отложения, образованные в результате совокупного взаимодействия перечисленных выше процессов, имеют существенные различия как в составе, так и в свойствах, относительно их первоначального существования. Загрязняющие вещества, которые адсорбируются из водной массы, образуя комплексные соединения, могут проявлять миграционные свойства в большей или меньшей степени в зависимости от различных факторов, уровень органических веществ или рН среды, которые могут значительно изменяться в течение года [6].

Донные отложения — это сложная многокомпонентная система из донных наносов и твердых частиц, образовавшихся в результате функционирования водного объекта и водной экосистемы. Их роль крайне важна для формирования химического состава воды водоема или водотока. Кроме того, их влияние на внутриводоемный круговорот — огромно! Так как они не только несут геохимическую функцию, но и представляют из себя среду обитания донных организмов и микроорганизмов, влияющих на круговорот вещества и энергии являясь звеньями пищевой цепи, включая ихтиофауну, конечным звеном которых может стать человек [7].

Стремительное изменение природных процессов, происходящих внутри водного объекта, в связи, с которыми осуществляется преобразование химического состава и отложение осадков на дне водоема, приводит к концентрированию опасных веществ. Регионы Российской Федерации, имеющие наибольший уровень техногенной нагрузки, получают дополнительное негативное влияние, связанное со значительным накопленным объемом донных отложений, представляющими экологическую опасность. Повторные перенос загрязняющих элементов из донных отложение в поверхностные воды вызывает деградационные изменения, как естественных, так и искусственных экосистем водных объектов.

Малые реки следует считать одними из самых хрупких составных частей гидрографической сети. Редкое проведение реабилитационных мероприятий в пределах долин и русел этих рек на сегодняшний день могут привести к полному уничтожению этих уникальных объектов. Главной проблемой является абсолютно бессистемные мероприятия, не учитывающие факторов природной среды, и выполняющиеся на тех участках, где провести восстановительные работы удобнее всего [8].

Седиментация и эрозионно-транспортирующая способность всех малых рек невелика и очень непостоянна в зависимости от внешних условий. Учитывая снижение их водообильности в пределах городов из-за использования на различные нужды, уровни антропогенных и

техногенных нагрузок значительно возросли. Причинами снижения их водообильности в последние годы можно назвать обезлесивание водосборных площадей, увеличение сбросов талых и дождевых вод весной и уменьшение водности реки в межень. Так как режим питания малых рек в основном зависит от атмосферных осадков и сточных вод с застроенных территорий, то в пределах городов особенно опасным выглядит процесс загрязнения водных объектов в результате попадания сильно загрязненных стоков и талых весенних вод.

По этой причине даже незначительное преобразование состояния компонентов природных территорий (внесение в почву несвойственных ей химических соединений и прямое захламление, формирование условий для активизации инженерно-геологических процессов и явлений, изменение химического состава сточных вод, сбрасываемых в водный объект, рост воздействия техногенной нагрузки и прочее) имеет возможность стать причиной деградации водного объекта.

Водные объекты города, имеют не менее важную роль (как и зеленые насаждения) для экологической безопасности, так как выполняют целый ряд функций: сохранение экосистем, рекреация, создание качественной городской среды и многих других.

Таким образом, на экологическую безопасность водоемов и водотоков влияет целый ряд факторов, позволяющий контролировать качество водных объектов и прибрежных территорий для различных целей (например, водоснабжение или рекреация).

К основным факторам, влияющим на состояние водного объекта, можно отнести [4; 9]:

1. Количественные и качественные характеристики источников загрязнения урбанизированных территорий, влияющие на качество воды.
2. Формирование состава поверхностных вод под влиянием техногенных факторов.
3. Формирование качества донных отложений (состава и свойств загрязненных донных отложений).
4. Превышение антропогенной нагрузки над способностью к самоочищению поверхностных водных объектов.
5. Значительно загрязнение поверхностных водных объектов, обусловленное возрастающей нагрузкой.
6. Формирование зон вторичного загрязнения, значительное проявление которого может оказывать существенное отрицательное влияние на качество воды и на состояние водных объектов (на процессы самоочищения).
7. Гидравлические и гидрогеологические характеристики водного объекта как определяющие условия осаждения частиц и формирования загрязненных донных отложений.
8. Деградация водосбора в результате хозяйственной деятельности.

Кроме того, действующая система нормирования воздействий на окружающую среду приводит к необоснованно завышенным требованиям к качеству сточных вод, выбросов в атмосферу, размещению отходов предприятий, но при этом не стимулирует проведение природоохранных мероприятий.

Все это указывает на разработку и реализацию концептуальных основ в области экологической реабилитации природных территорий, образованных вокруг поверхностных водных объектов. Реабилитация природных комплексов означает, по сути, восстановление их экобалансов и обеспечения условий к их дальнейшему устойчивому функционированию в различных целях рекреации, водоснабжения, рыбозаведения и водоотведения, и

определяемые в соответствии с назначением водоема и характером водопользования: питьевого, культурно-бытового, рекреационного и рыбохозяйственного назначения.

К проведению оценки эффективности принятых мер по восстановлению (реабилитации) природных территорий, в первую очередь, следует приступать имея четкое представление о том, что такое «геоэкологическая реабилитация».

На данный момент времени устоявшееся понятие подразумевает под собой систему мер, направленных на улучшение экологического состояния водного объекта и прилегающей территории с применением современных природоохранных технологий. Современные природоохранные технологии в первую очередь должны быть направлены на активизацию и управление процессами самовосстановления и самоочищения, а уже во вторую включать и использовать технологии направленные на повышения качества природных вод и биоразнообразия, уборка водного объекта и прибрежных территорий от механических загрязнений, создание инженерной защиты (при необходимости), организацию водоохраных зон, снижение объема сточных вод и повышение эффективности их методов очистки, оптимизация ливневых коммуникаций автомобильных трасс, поддержание в чистоте рекреационных зон.

Применение термина «реабилитация», а не «восстановление» дает возможность широкого маневра при проведении мероприятий, возвращающих водные объекты в сферу хозяйственной деятельности или их улучшающих, поскольку термин «восстановить» означает «привести в прежнее состояние», что зачастую невозможно, для значительной части водных объектов освоенной территории России. [10]. Принимая во внимание данные причины можно понять, что игнорирование проведения подобных мероприятий на природных территориях, образованных в долинах малых рек г. Москвы и развитие нормативно-технической базы в данном направлении может привести к утрате огромного количества уникальных природных объектов.

### **Материалы и методы исследования**

Особенности существования водного объекта в условиях города заключаются в том, что в городе объективно невозможно обеспечить условия такие же, как в ненарушенной природе, поэтому применительно к городским водным объектам даже появился и закрепился в специальной литературе термин «природоприближенное состояние» [1].

Поэтому, цель реабилитации поверхностных водотоков и водоемов, заключается в восстановление до определенных параметров функциональных возможностей геоэкосистем водных объектов, выраженных в их способности к устойчивому самопроизводству и возможности реакции на внешние изменения окружающей среды. Задачи реабилитации будут зависеть от условий каждого конкретного объекта.

Современная практика реабилитации водных объектов, к сожалению, зачастую характеризуется тем, что реабилитация проводится лишь на небольших участках водных объектов рядом с объектами, а проекты по реабилитации включают в себя по большей части лишь решения с инженерной точки зрения [9–12]. Применяемые инженерные технологии базируются на изменение морфологических и гидрологических характеристик объекта без учета экологических факторов, т. е. без подробного исследования истории формирования водного объекта и естественного состояния водного объекта в первоначальном виде. Кроме того, зачастую полностью отсутствует мониторинг с последующей оценкой эффективности проведенной реабилитации водного объекта или такие исследования проводятся лишь частично.

Вместе с тем, в современном мире изучение методов экологической реабилитации демонстрирует, что она является значительной научно-практической силой, которая имеет возможность решать большие проблемы, стоящие на пути к улучшению качества окружающей среды [9; 13].

Поэтому, конечно, реабилитация поверхностных водоисточников должна являться комплексом технических, хозяйственных, биологических, гидрологических химических, экономических, организационно-правовых и других мер по улучшению качественных и количественных характеристик поверхностных водных объектов, биоразнообразия, оптимального соотношения продукционно-деструкционных процессов, сбалансированности и устойчивости водных и наземных экосистем, реализующихся на основе концепции сосуществования социально-экономических и экологических принципов [9; 13].

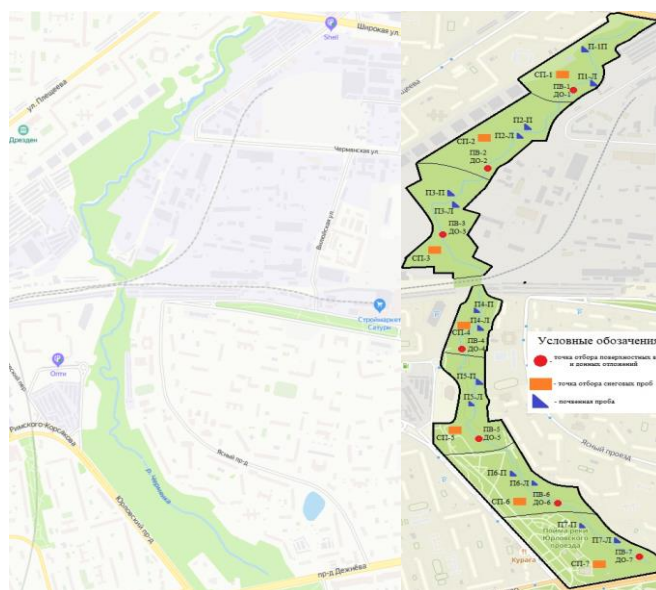
В данной работе были рассмотрены существующие принципы и критерии оценки экологического состояния территории, предназначенных для проведения реабилитации или для оценки уже проведенных мероприятий, для чего была определена определенная последовательность выполнения работ при реабилитации:

- постановка задания, целей и задач экологической реабилитации;
- оценка современного состояния территории и водных объектов как показателя экологического благополучия территории;
- выявление объектов и этапов процесса экологической реабилитации;
- определение конкретной программы экологической реабилитации для данного водного объекта, включая выбор технологий и определение механизмов реализации проектов.

Для учета экологических факторов при разработке реабилитационных и водохозяйственных мероприятий необходимо:

- проводить комплекс мероприятий по реабилитации в размере экосистемы в целом, с учетом того, что они не обязательно совпадают с административными или географическими границами;
- принимать решения, базируясь не только на потребности в водных ресурсах и характере использования водных объектов настоящее время, но и с учетом их будущего использования;
- проводить исследования состояния экологической системы опираясь на более широкие временные рамки;
- планировать рациональное использование возобновляемых экосистемных ресурсов в соответствии с принципом устойчивого развития и обеспечения сохранения биологического разнообразия и генетических ресурсов водных экосистем;
- осуществлять мониторинг за всеми компонентами окружающей среды и за уровнем загрязнения водных объектов, внедрять современные технологии по снижению антропогенного воздействия на них до минимального уровня.

В статье был проведен сравнительный анализ уже реконструированной части природной территории и использованных при этом мероприятий и участка, на котором проведение подобного рода мероприятий только планируется. Объектом изучения была использована долина р. Чермянка (рис. 1).



**Рисунок 1.** Картограмма и схема размещения участков в пределах нерехабилитированной части р. Чермянка

Состав работ по изучению природной территории выглядел следующим образом:

- натурное изучение долины реки и окружающей инфраструктуры;
- рассмотрение фондовых материалов о проведенных ранее полевых работах.

Территория исследования пересекается объектами дорожной инфраструктуры — железнодорожная линия Бескудниково — Медведково.

Если говорить о климатических условиях, в которых река протекает по территории города Москвы, то в соответствии с СП 131.13330.2016 «Строительная климатология»<sup>1</sup> климатической зоне ПВ, и имеет следующие характеристики (табл. 1).

**Таблица 1**

**Перечень климатических показателей**

№ п/п	Наименование параметра	Количество
1	Среднегодовая температура воздуха	+5,4°С
2	Среднемесячная температура воздуха в январе	-7,8°С
3	Среднемесячная температура воздуха в июле	+18,7°С
4	Абсолютная минимальная температура воздуха	-43°С
5	Абсолютная максимальная температура воздуха	+38°С
6	Количество осадков за ноябрь–март	225 мм
7	Количество осадков за апрель–октябрь	465 мм
8	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее теплого месяца	73 %
9	Средняя месячная относительная влажность воздуха наиболее холодного месяца	83 %
10	Продолжительность периода с температурой > 0°С	240 дней

Источник: СП 131.13330.2016

В пределах данного участка исследований основу гидрографической сети составляет р. Чермянка которая протекает с севера — северо-востока в южном — юго-восточном направлении с изгибом в западную сторону. Протяженность русла реки со всеми отмеченными меандрами на исследуемом участке равна немногим больше 3,2 км. Кроме этого гидрографическая сеть включает в себя четыре безымянных пойменных озера, два постоянных болотистых участка и более десятка сезонных, устья и участки русел четырех притоков (двух

<sup>1</sup> Свод правил. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия.

рек и трех ручьев): р. Звероножка и Безымянный ручей(левый), р. Самотёка, Федоровский ручей и ручей Ольшанка (правый). Кроме того, на берегах реки в большом числе встречаются ключи. Площадь водной поверхности, располагающейся в пределах исследуемой территории, равняется 7,5 га (16,7 % от всей исследуемой территории). В средней части исследуемого объекта долина реки полностью перекрыта техногенным грунтом насыпи, созданной при строительстве железнодорожной линии Бескудниково — Медведково. Русло реки заключено в железобетонные коллекторы квадратного сечения 1,5x1,5 метра.

Река Чермянка является вторым по величине после Лихоборки правым притоком р. Яуза. Долинный комплекс на данном участке представлен руслом реки и поймой, которая отчетливо выделяется с обеих сторон вдоль берегов на всем протяжении, кроме участка левого берега вблизи ул. Лескова и ул. Широкой, где территория поймы завалена насыпными техногенными грунтами. Долина реки образована в результате древней и современной эрозионной деятельности вод. Глубина вреза варьируется от 3 до 5 метров, хотя на отдельных участках достигает 8 метров. Поверхность рельефа имеет незначительный уклон в сторону реки и вниз по течению. В период весеннего таяния снега и во время сильных продолжительных дождей развиваются процессы струйчатой эрозии на склонах, лишенных растительности, которые в пределах исследуемого участка занимают довольно большую площадь. Образующиеся временные водотоки, прорезающие на склонах небольшие рытвины и врезы, несут воды в русло реки, пойменные озера и подтопленные территории.

Геологическое строение реки Чермянка с поверхности представлено голоценовыми отложениями (aQIV (a<sup>1</sup>H-a<sup>2</sup>H)) представлены современными нерасчлененными аллювиальными пойменными отложениями и отложениями русла и низкой поймы аллювиального генезиса. Прослеживаются вдоль всего современного русла реки. В основном это мелкие-пылеватые пески, слабослюдистые с проявлениями ожелезнения в виде мелких конкреций и бобовин. Их мощность в отдельных участках может достигать 7–8 метров, но в среднем около 5 метров.

Геолого-литологические условия распространения и залегания четвертичных отложений определяют возможность возникновения и степень интенсивности природно-техногенных процессов, а также вероятность и особенности вертикальной фильтрации и миграции загрязняющих веществ.

Современный аллювиальный горизонт подземных вод в пределах исследуемой территории распространен в пойменных отложениях. Имеет небольшую мощность, не превышающую 3–4 метров. Глубина залегания уровня вод в области распространения водоносного горизонта не превышает 3 метров (водоносный горизонт вскрыт на глубинах 0,60–2,50 метров). Нижним водонепроницаемым слоем являются глинистые грунты возраста донской морены. Разгрузка происходит в р Чермянка. Режим данного горизонта следует относить к приречному типу. Наиболее высокие уровни водоносного горизонта, как правило, относятся к весеннему половодью. Наиболее низкие уровни отмечаются в ноябре — декабре.

Проведенное рекогносцировочное обследование в пределах береговой зоны водотока выявили целые комплексы эрозионных форм, динамично развивающихся в условиях нахождения внутри среды с интенсивным антропогенным воздействием. Эрозия практически повсеместно развивается на участках речного русла. А вот плоскостная и линейная эрозия отмечается только на небольших, ограниченных участках. Геологическое строение территории, в том числе и береговой линии, определяет разнообразие и специфичность проявления форм природно-техногенных процессов. Природно-техногенные процессы (оползни, сплывы и осовы) располагаются на очень ограниченном участке долины, с очень крутым склоном (более 45°), прилегающим к территории малого промышленного комплекса. Кроме того, можно отметить процесс заболачивания (рис. 2).





*Рисунок 2. Территории распространения и потенциально опасные в отношении возможности развития опасных геологических процессов и явлений*

Почвенное районирование Российской Федерации относит Москву к Среднерусской провинции дерново-подзолистых почв южной тайги<sup>2</sup>.

Преобладающими типами почв на исследуемой территории являются дерново-подзолистые разной степени оподзоленности и преобразованности, а также пойменные почвы. При всем том, что на данной территории сохранился природный почвенный покров, но из-за различных техногенных преобразований он начинает превращаться в слабо-среднедерново-урбоподзолистые почвы.

В соответствии с Докладами о состоянии окружающей среды в городе Москве за период с 2011 по 2021 году величина загрязнения воды в водном объекте характеризуется индексом загрязнения УКИЗВ, соответствующим второму классу (слабо загрязненная)<sup>3</sup>.

Основой флористического разнообразия исследуемой территории являются биотические сообщества поймы. В большей степени это древесные лесные породы, расположенные вдоль реки, кустарниковые ивы, различной степень увлажнения луга, а также другая болотная и прибрежно-водная травянистая растительность. Более 70 % встречающихся на территории травянистых растений относятся к луговым, болотным или околородным видам. Отмечается наличие сорных растений, вероятнее всего это связано с возможным использованием сопредельных участков в качестве сельскохозяйственных угодий (огородов) с последующей инвазией сорных видов. В отдельных местах склоны долины р. Чермянка и ее крупных притоков лишены травянистой растительности, а почвы сильно эродированы.

Животный мир на данной территории в основном представлен толерантными к антропогенному воздействию видами (воробьи, голуби и др.). Кроме этого, стоит отметить наличие синантропных видов. По результатам архивных данных, натурных наблюдений и материалов из открытых информационных источников фауна исследуемой территории насчитывает 83 вида позвоночных. Характеризуя авифауну района исследований, можно отметить, что обычным и массовым околородным видом является крыква. Наземные виды позвоночных представлены мелкими грызунами (землеройками, белками обыкновенными, мыши полевки), насекомоядными (ежи и кроты). В прибрежных территориях встречаются бобры и бурые лягушки. Водных позвоночных животных (рыб) в пределах данного участка русла обнаружено не было, хотя при анализе архивных данных отмечались: пескарь, карась, ротан и другие (рис. 3).

<sup>2</sup> Техническое заключение об инженерно-геологических изысканиях для обоснования проекта экологической реабилитации р. Городня (4-й пусковой комплекс). Русло р. Городня от Борисовской плотины до Люблинской улицы.

<sup>3</sup> Доклады «О состоянии окружающей среды в городе Москве» за период с 2011 по 2021 год / Под ред. А.О. Кульбачевского. — М.: ДПиООС; НИИПИ ИГСП.



*Рисунок 3. Типичные представители фауны*

Современная ситуация на природной территории характеризуется высоким уровнем антропогенного воздействия. Изменение экологического баланса в большей степени связано с нарушенностью природных ландшафтов, уничтожением растительного покрова, а также наличием строительных и коммунально-бытовых отходов на береговых и прирусловых территориях. Основными источниками, влияющими на техногенную трансформацию исследуемого объекта, являются селитебные зоны с их чрезмерной рекреационной нагрузкой, малые промышленные комплексы, автотранспортная и инфраструктура жилищно-коммунального хозяйства (рис. 4).



*Рисунок 4. Источники и последствия техногенную трансформацию исследуемого объекта*

Основными источниками техногенного влияния территории являются:

1. Градостроительный комплекс;
2. Автотранспортная инфраструктура и предприятия;
3. Складские и производственные базы и малые промпредприятия;
4. Культурные сооружения;
5. Непосредственное рекреационное воздействие.

За несколько последних лет в рамках благоустройства территорий, на реке Чермянка частично были проведены мероприятия по реабилитации и благоустройству (рис. 5).



*Рисунок 5. Благоустройство реки Чермянка (20 километров для отдыха. Москву и Подмоскowie свяжет суперпарк «Юза» | Москва | Аргументы и Факты (aif.ru))*

Благоустройство затронуло часть реки, протекающей с северо-запада в юго-восточном направлении от проезда Дежнева до устья, по особо охраняемой территории, являющейся памятником природы и включило в себя следующий перечень мероприятий:

- Очистка водного объекта от древесно-лиственной органики, мусора, ила и донного грунта, образовавшихся от размыва берегов.
- Укладка на дно пруда слоя песчано-гравийной смеси и специальной изоляционную пленку, для создания противодиффузионной преграды, предназначенной для снижения фильтрации воды в грунт, и пригрузка данной конструкции бутовым камнем.
- Укрепление берегов бревнами из лиственницы, длиной до 5 метров.
- Сохранение естественного острова в центре водоемов.
- Обустройство зон мелководья с созданием в них биоплато и очистных фильтрационных сооружений габионного типа.

В результате проведенных работ по реабилитации территории, можно отметить, что за последние годы улучшилось качество вод<sup>3</sup>.

Кроме этого факта, стоит отметить, произошло восстановление утраченных биологических связей, до проведения мероприятий по геоэкологическому восстановлению водного объекта. Произошло восстановление утраченных биологических связей при загрязнении и заилевании реки донными отложениями загрязненного состава, увеличилось биологическое разнообразие территории в целом, увеличилось количество мест гнездования птиц и видовой состав рыб, стали появляться места обитания мелких грызунов и разнообразных представителей семейства утиных.

Также на территории, подвергшейся реабилитации, было создано большое число объектов социальной инфраструктуры: спортивные площадки, беседки, лавочки, смотровые площадки, а также довольно обширная дорожно-тропиночная сеть, которые не оказывают минимальное негативное воздействие на состояние природной территории, но значительно повышают рекреационный потенциал территории и делают рекреационную нагрузку более направленной (рис. 6).



**Рисунок 6.** Объекты социальной инфраструктуры после реабилитации и благоустройства территории (<https://ribalka-snasti.ru/vse-stati/chermyanka.html>, [https://mospriroda.ru/where\\_to\\_go/territorii/pamyatnik\\_prirody\\_dolina\\_reki\\_chermyanki\\_ot\\_proeza\\_da\\_dezhneva\\_do\\_ustya](https://mospriroda.ru/where_to_go/territorii/pamyatnik_prirody_dolina_reki_chermyanki_ot_proeza_da_dezhneva_do_ustya))

На участке от улицы Лескова до пересечения проездов Юрловского и Дежнева мероприятия по реабилитации и благоустройству (в период проведения исследований) проведены не были.

В качестве оценочных критериев современного состояния территории были приняты критерии, представленные в таблице 2.

**Таблица 2**

**Оценочные критерии современного состояния территории**

Показатель	Оценка состояния				
	Эколого-геохимические показатели				
Классы загрязнения	минимальное	допустимое	умеренно-опасное	опасное	чрезвычайно-опасное
Уровень загрязнения воздуха (химический анализ снеговых проб по Z <sub>c</sub> )	0–16	16–64	64–128	128–256	256–384
Уровень загрязнения поверхностных вод (по УКИЗВ)	0–1	1–2	2–4	4–11	11–16
Уровень химического загрязнения почв (по Z <sub>c</sub> )	0–8	8–16	16–32	32–128	128–192
Уровень химического загрязнения донных отложения (по Z <sub>c</sub> )	0–5	5–10	10–30	30–100	100–150

Показатель	Оценка состояния				
	Ландшафтно-геологические показатели				
Пораженность территории экзогенными геологическими процессами, в %	0–0,1	0,1–1	1–10	11–30	30–100
Степень нарушенности ландшафтов, в %	0–3	3–10	10–25	25–50	50–100
Площадь обнаженного гумусового горизонта (A), в процентах от общей площади	0–10	10–20	20–50	50–90	90–100
Площадь обнаженной почвообразующей породы (C) или подстилающей породы (D), % от общей площади	0–2	3–5	6–10	11–25	25–50
Биотические показатели					
Нарушенный растительный покров, в % от общей площади	0–1	1–3	3–10	10–20	20–50
Площадь подтопленных и заболоченных территорий, в % от общей площади	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Поврежденность древостоев техногенными воздействиями и заболеваниями, % от общей площади	0–20	20–40	40–60	60–80	80–100
Зоогенное загрязнение, в % от площади водного объекта	0–5	5–10	10–15	15–20	20–50

В результате анализа оценочных критериев, было произведено зонирование, характеризующее экологическое состояние территории (рис. 7), для которого были приняты следующие пределы для определения уровней загрязнения/экологической напряженности (табл. 3).



Рисунок 7. Районирование, исследуемого объекта на р. Чермянка

Таблица 3

Уровень загрязнения/экологической напряженности

Уровень загрязнения/экологической напряженности	Характеристика степени изменений
Минимальное	Изменения и воздействия незначительные. Не возникает ситуаций выходящих за рамки естественных вариаций состояния природной среды и условий существования живых организмов/человека.
Допустимое	Слабозаметная напряженность и изменения. Процесс естественного восстановления не нарушен. Не требуется специальных мероприятий для устранения последствий изменений.
Умеренно-опасное	Природный объект явно изменен и подвергался воздействиям. Процесс естественного восстановления и взаимодействий может быть изменен. В редких случаях требуется применение восстановительных мероприятий.
Опасное	Природный объект подвергался существенным изменениям и воздействиям. Естественное восстановление затруднено, необходимо применение восстановительных мероприятий в совокупности с естественным восстановлением.
Чрезвычайно-опасное	Радикальные изменения. Деградация или полное уничтожение компонентов природной среды. Возможны патологические изменения от влияния на организм человека. Естественное восстановление крайне затруднено или в принципе невозможно. Необходимо обязательное использование специальных мероприятий.

Согласно результатам исследования, было установлено, что чуть больше половины исследуемой территории относится к территориям с допустимым уровнем загрязнения/экологической напряженности. Однако особенное внимание следует уделить участку под № 3. На данном участке данная природная территория подверглась существенным воздействиям. Имеются территории распространения насыпных грунтов большой мощности, в которых возможно развитие оползневых процессов, практически полностью уничтожен растительный покров на отдельных участках, что приводит к развитию эрозионных процессов из-за уменьшения коэффициента шероховатости и концентрирования, стекающей со склонов воды, в отдельные струи. Кроме этого, наблюдаются обширные участки произрастания древесной растительности, которая подвержена развитию гнилостных, деформационным заболеваниям, некрозам и изменению окраски.

Результаты исследования

На основании исследованных материалов, мероприятия по восстановлению природных территорий в долинах малых рек в пределах Московского региона, выполняется в достаточно хаотическом стиле (проект реабилитации каждого нового выбранного объекта разрабатывается с нуля и довольно часто не учитывает природных особенностей территории). Кроме того, получаемый конечный итог этих проектов получается совсем не оптимальным, с различных точек зрения, что наталкивает на мысли о разработке единой методологической концепции геоэкологической реабилитации природных территорий [14–22]<sup>4,5</sup>.

<sup>4</sup> Андреев М.А. Реновация промышленных территорий и объектов / Андреев М.А. // URL: [http://arch-grafika.ru/publ/bez\\_kategorij/bez\\_kategorij/renovacija\\_promyshlennykh\\_territorij\\_i\\_obektov/12-1-0-69](http://arch-grafika.ru/publ/bez_kategorij/bez_kategorij/renovacija_promyshlennykh_territorij_i_obektov/12-1-0-69) (дата обращения: 14.09.2023).

<sup>5</sup> Кубрава Р.А. Будущее на руинах: как преобразовать промзону с выгодой / Кубрава Р.А. // Forbes. URL: <https://www.forbes.ru/biznes/366019-budushchee-na-ruinah-kak-preobrazovat-promzonu-s-vygodoy> (дата обращения: 14.09.2023).

Процедура реабилитации обязана быть направленной на исключение причин деградации существующего объекта, и входящего в его состав водотока или водоема, среди которых наибольшее значение имеют:

- изменения гидрологического режима реабилитируемого участка;
- состояние территории водосбора (загрязненность, наземная растительность, геохимические показатели почв, климатические особенности и пр.);
- динамика природных и техноприродных процессов в пределах долины реки;
- состояние притоков, в т. ч. сбросов сточных вод различной степени очистки;
- состояние поймы рек, в т. ч. наличие загрязненных донных отложений, свалок отходов на пойме и в пределах зоны возможного затопления речными водами;
- состояние подземного бассейна питания речной системы;
- атмосферные выпадения антропогенного или естественного происхождения в пределах зоны формирования стока в водоисточнике.

Учитывая набор наиболее значимых причин деградации водного объекта, единая методологическая концепция геоэкологической реабилитации природных территорий в долинах малых рек, обязана базироваться на исполнении шаг за шагом следующих восстановительных процедур:

1. Натурное изучение русла реки и прибрежных территорий и окружающей инфраструктуры с выделением характерных участков реки с выполнением районирования.

Наиболее важными задачами данного этапа должны являться: выделение характерных русловых форм (меандры, излуцины, заболоченные участки поймы и др.) и участки развития инженерно-геологических процессов, поиск биологически значимых природных объектов, обнаружение существующих инженерных объектов (коммуникации, объекты дорожной инфраструктуры, ЛЭП и др.).

2. Изучение градостроительных ограничивающих факторов (нормативная документация, принадлежность к ООПТ и др.) для определения перечня возможно проводимых мероприятий.

Наличие данного этапа крайне важно, так как некоторые территории могут располагаться в пределах определенных функциональных зон особо охраняемых природных территорий, где проведение капитальных строительных работ запрещено.

3. Проведение комплексных инженерных изысканий (инженерно-геологических, гидрогеологических, гидрометеорологических и др.) и перечня экологических исследований (изучение климатических условий, почвенного и растительного покрова бассейна водотока, животный мир, химического анализа воды, влияния антропогенной нагрузки на водоем и выделение нарушенных и экологически неблагоприятных участков).

4. Анализ выявленных причин зафиксированного состояния водотока и ранжирование причин его неудовлетворительного состояния по классам (составление градуировочной таблицы/кривой).

Данный этап необходим для разработки проекта мероприятий по геоэкологической реабилитации, так как в нем происходит разграничение территории объекта на зоны — необходимые к реабилитации (неудовлетворительное экологическое состояние) и не нуждающиеся в реабилитации (соответствуют экологическим требованиям нормативных документов).

5. Выбор методов минимизации внешних воздействий на объект, прогнозирование достижения желаемых показателей при устранении основных выявленных причин ухудшения состояния водного объекта и проведение мероприятий по геоэкологической реабилитации водного объекта.

Итоговым результатом данного этапа реабилитации должно стать: разработка программы ОВОС, составление проекта реабилитационных мероприятий и проведение мониторинговых наблюдений за состоянием водного объекта, необходимых для проведения корректировки проектных решений, а также для учета этих результатов при разработки последующих проектов геоэкологической реабилитации.

Базовый проект мероприятий по геоэкологической реабилитации водного объекта должен формироваться из двух видов работ:

1. Инженерно-технические мероприятия: расчистка русла и дноуглубительные работы, создание сооружений, защищающих от инженерно-геологических процессов и др.
2. Биоинженерные мероприятия: озеленение прибрежной зоны, очистка поступающих в водный объект вод, формирование экосистем объекта, создание рекреационной территории и др.

### Выводы

На сегодняшний день естественные водные объекты в пределах мегаполисов один из важнейших показателей благополучной и качественной городской среды. Их вплетение в ландшафтно-архитектурную систему города позволяет решать многие задачи по поддержанию экологического равновесия эко- и геосистем различных уровней и порядков, а также выполнять другие различные функции (рекреационную, микроклиматическую и прочие).

Проведение исследований в области восстановления природных территорий с каждым годом будет становиться все более актуальным направлением для изучения в экологии и природопользовании.

Восстановление водных объектов, которые зачастую являются важной частью экологического каркаса природных территорий — это обязательный фактор создания качественной среды обитания. Потому что только их восстановление может решить задачу сохранения естественной природной среды.

Процесс реабилитации должен развиваться не «стихийно» и «спонтанно», а в соответствии с определенной единой методологической концепции геоэкологической реабилитации долин малых рек, разработка, которой является важным аспектом деятельности в области развития природных территорий и реабилитации водных объектов.



## ЛИТЕРАТУРА

1. Боровков, В.С., Блази, С., Курочкина, В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях / В.С. Боровков, С. Блази, В.А. Курочкина. — Текст: непосредственный // Экология урбанизированных территорий. — 2012. — № 1. — С. 45–49.
2. Kurochkina V.A. Impact of urbanization on the state of water bodies and adjacent territories / Kurochkina V.A. [Электронный ресурс] // E3S Web of Conferences: [сайт]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702004>. (дата обращения: 14.09.2023).
3. Vinogradova N., Kravchenko D., Kurochkina V.V. Impact of construction activities on the environment of cities / Vinogradova N., Kravchenko D., Kurochkina V.V. [Электронный ресурс] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: [сайт]. — URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/4/042019> (дата обращения: 14.09.2023).
4. Теличенко, В.И., Курочкина, В.А., Блази К. Изменение качества воды и донных отложений водных объектов в условиях влияния техногенной нагрузки [Текст] / В.И. Теличенко, В.А. Курочкина, К. Блази // Экология урбанизированных территорий. — 2014. — № 4. — С. 35–39.
5. Родзиллер, И.Д. Прогноз качества воды водоемов-приемников сточных вод [Текст] / И.Д. Родзиллер. — Москва: Стройиздат, 1984 — 263 с.
6. Теличенко, В.И., Курочкина, В.А. Изменение качества воды и донных отложений водных объектов в условиях влияния техногенной нагрузки [Текст] / В.И. Теличенко, В.А. Курочкина // Экология урбанизированных территорий. — 2014. — № 4. — С. 35–39.
7. Боровков, В.С., Курочкина, В.А. Роль седиментационных процессов в самоочищении водных объектов [Текст] / В.С. Боровков, В.А. Курочкина // Вестник МГСУ. — 2010. — № 2-4. — С. 41–44.
8. Курочкина, В.А., Богомолова, Т.Г. Научное обоснование технологических решений, обеспечивающих экологическую безопасность городских водных объектов [Текст] / В.А. Курочкина, Т.Г. Богомолова // Экология урбанизированных территорий. — 2015. — № 1. — С. 19–22.
9. Kurochkina V.A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces / Kurochkina V.A. [Электронный ресурс] // E3S Web of Conferences: [сайт]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005> (дата обращения: 14.09.2023).
10. Попов, А.Н., Оболдина, Г.А., Прохорова, Н.Б. Концептуальные основы реабилитации поверхностных водных объектов [Текст] / А.Н. Попов, Г.А. Оболдина, Н.Б. Прохорова // Водное хозяйство России. — 2017. — № 4. — С. 4–17.
11. Замарин Е.А. Гидротехнические сооружения [Текст] / Замарин Е.А. — 5-е изд. — Москва: Колос, 1965 — 623 с.
12. Замарин Е.А. Проектирование гидротехнических сооружений [Текст] / Замарин Е.А. — Москва: Гос. изд-во с.-х. лит., 1961 — 232 с.

13. Добровольский, Г.В., Шоба, С.А., Балабко, П.Н. и др. Деградация и охрана почв [Монография] / Под ред. Г.В. Добровольского; Моск. гос. ун-т им. М.В. Ломоносова. Фак. почвоведения МГУ. Ин-т почвоведения МГУ-РАН. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002 (Тип. Россельхозакадемии). 651 с.
14. Курочкина, В.А. Водные объекты как основа организации открытых общественных пространств и инструмент трансформации урбосистем [Текст] / В.А. Курочкина // Вестник Евразийской науки. — 2020. — № 5. — С. 1–24.
15. Миронова, В.А., Алиханов, Р.Д. Опыт ревитализации объектов железнодорожной инфраструктуры на примере зарубежных стран и России [Текст] / В.А. Миронова, Р.Д. Алиханов // Colloquium-journal. — 2019. — № 13-3(37). — С. 51–58.
16. Богомолова, Т.Г., Курочкина, В.А. Загрязнение речных русел на урбанизированных территориях и инженерные мероприятия по улучшению их экологического состояния [Текст] / Т.Г. Богомолова, В.А. Курочкина // Вестник МГСУ. — 2010. — № 4(2). — С. 399–405.
17. Теличенко, В.И., Потапов, А.Д., Курочкина, В.А. Оценка техногенного воздействия на речные экосистемы и уровень экологической опасности загрязненных донных отложений / В.И. Теличенко, А.Д. Потапов, В.А. Курочкина [Текст] // Интеграция, партнерство и инновации в строительной науке и образовании. — Москва: МГСУ, 2012. — С. 506–512.
18. Теличенко, В.И. Реновация — создание современной городской среды / В.И. Теличенко // Вестник МГСУ. — 2020. — Т. 15, № 1. — С. 11. — EDN JXFWEE.
19. Теличенко, В.И., Курочкина, В.А. Методология оценки техногенного загрязнения водных объектов урбанизированных территорий [Текст] / В.И. Теличенко, В.А. Курочкина // Вестник МГСУ. — 2016. — № 6. — С. 81–90.
20. Золотых М.А. Реновация промышленных зон в современных условиях города / Золотых М.А. [Электронный ресурс] // StudArctic Forum 2(6): 33–46, 2017: [сайт]. — URL: 10.15393/j102.art.2017.1183 (дата обращения: 14.09.2023).
21. Федан, А.Н. Открытые общественные пространства в структуре архитектурных объектов [Текст] / Федан А.Н. // Известия КГАСУ. — 2018. — № 3(45). — С. 88–96.

**Kurochkina Valentina Aleksandrovna**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia  
E-mail: kurochkina.mgsu.ru@yandex.ru  
RSCI: [https://www.elibrary.ru/author\\_profile.asp?id=657072](https://www.elibrary.ru/author_profile.asp?id=657072)

**Smetanin Ivan Alekseevich**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia  
Institute of Hydrotechnical and Energy Construction  
E-mail: ivan\_996boo@mail.ru

## Concept and main measures for ecological rehabilitation of small rivers and adjacent territories of cities

**Abstract.** The study of methods and tools for the ecological rehabilitation of water bodies continues to be an urgent area of research in the water sector. Ecological rehabilitation is always based on scientific approaches in the field of methodology of ecological rehabilitation of water bodies, on the basis of which methods are being developed to select priority actions aimed at ecological rehabilitation of lakes, reservoirs, rivers and swamps.

This article attempts to formulate the main such approaches from the point of view of environmental safety of water bodies in conditions of intense anthropogenic impact. The Chermnyanka river was chosen as the object of research.

The article carried out a comparative analysis of the already reconstructed part of the water body and the technical solutions applied on its territory, and the part of the object that is just being prepared for rehabilitation work.

The causes of degradation of the ecological state of the water body are established, the main factors and sources of anthropogenic impact are identified, taking into account the role of polluted surface runoff from catchment areas. The climatic and geological conditions of the object of study are analyzed.

The article concludes that small rivers on the territory of Moscow in the prevailing majority of cases are not exclusively a water body, but are part of various specially protected natural territories. In this regard, these objects and all changes occurring in them should be considered only in the context of the interaction of a water body with other components of the natural environment and anthropogenic factors.

The quality of existing measures for the ecological rehabilitation of the Chermnyanka river section was also analyzed.

Recommendations are given on improving the effectiveness of measures to ensure a satisfactory geocological condition of small rivers and a unified methodological concept of geocological rehabilitation of natural territories has been developed.

**Keywords:** open public spaces; urban environment; geo-ecological rehabilitation; small rivers; water bodies; environmental quality; depressive spaces; natural potential of the territory; environmental protection measures. urban territories

## REFERENCES

1. Borovkov, V.S., Blasi, S., Kurochkina, V.A. Complex ecological safety of water bodies in urbanized territories / V.S. Borovkov, S. Blasi, V.A. Kurochkina. — Text: immediate // Ecology of urban areas. — 2012. — № 1. — P. 45–49.
2. Kurochkina V.A. Impact of urbanization on the state of water bodies and adjacent territories / Kurochkina V.A. [Electronic resource] // E3S Web of Conferences: [website]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702004> (date of accession: 14.09.2023).
3. Vinogradova N., Kravchenko D., Kurochkina V.V. Impact of construction activities on the environment of cities / Vinogradova N., Kravchenko D., Kurochkina V.V. [Electronic resource] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science: [web-site]. — URL: <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/937/4/042019> (access date: 14.09.2023).
4. Telichenko V.I., Kurochkina V.A. A change of water quality and sediment processes in water objects under technogenic impact [Text] / V.I. Telichenko, V.A. Kurochkina // Ecology of urban areas. — 2014. — № 4. — P. 35–39.
5. Rodziller I.D. Prediction of water quality of wastewater receiving reservoirs [Text] / I.D. Rodziller. — Moscow: Stroyizdat, 1984 — 263 p.
6. Telichenko V.I., Kurochkina V.A., Blasi K. A Change of water quality and sediment processes in water objects under technogenic impact [Text] / Telichenko V.I., Kurochkina V.A., Blasi K. // Ecology of urban areas. — 2014. — № 4. — C. 35–39.
7. Borovkov, V.S., Kurochkina, V.A. Role of sedimentation in natural self-cleaning process of water objects [Text] / V.S. Borovkov, V.A. Kurochkina // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. — 2010. — № 2-4. — P. 41–44.
8. Kurochkina, V.A., Bogomolova, T.G. Scientific rationale for technology concepts of environmental safety in water bodies at urban areas [Text] / Kurochkina V.A., Bogomolova T.G. // Ecology of urban areas. — 2015. — № 1. — P. 19–22.
9. Kurochkina V.A. Urban water bodies as the basis for functioning of public spaces / Kurochkina V.A. [Electronic resource] // E3S Web of Conferences: [website]. — URL: <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702005> (date of accession: 14.09.2023).
10. Popov, A.N., Oboldina, G.A., Prokhorova, N.B. Conceptual framework for rehabilitation of surface water bodies [Text] / A.N. Popov, G.A. Oboldina, N.B. Prokhorova // Russian Water Management. — 2017. — № 4. — P. 4–17.
11. Zamarin E.A. Hydrotechnical structures [Text] / Zamarin E.A. — 5th ed. — Moscow: Kolos, 1965 — 623 p.
12. Zamarin E.A. Design of Hydraulic Engineering Structures [Text] / Zamarin E.A. / Moscow: State Publishing House of s.-x. litt., 1961 — 232 p.
13. Dobrovolsky, G.V., Shoba, S.A., Balabko, P.N. et al. Soil degradation and protection [Monograph] / Edited by G.V. Dobrovolsky; Moscow State University named after M.V. Lomonosov. Institute of Soil Science of MSU-RAS. — M.: Publishing House of Moscow State University, 2002 (Type of the Russian Agricultural Academy). 651 p.

14. Kurochkina, V.A. Water bodies as the basis by open public spaces planning and an instrument of urban transformation / V.A. Kurochkina // The Eurasian Scientific Journal. — 2020. — № 5. — P. 1–24.
15. Mironova, V.A., Alikhanov, R.D. Experience in revitalization of railway infrastructure facilities on the example of foreign countries and Russia [Text] / V.A. Mironova, R.D. Alikhanov // Colloquium-journal. — 2019. — № 13-3(37). — P. 51–58.
16. Bogomolova, T.G., Kurochkina, V.A. Pollution of urbanized rivers and engineering conception for reclamation and improvement of river ecology [Text] / T.G. Bogomolova, V.A. Kurochkina // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. — 2010. — № 4(2). — P. 399–405.
17. Telichenko, V.I., Potapov, A.D., Kurochkina, V.A. Assessment of technogenic impact on river ecosystems and the level of environmental hazard of polluted bottom sediments / V.I. Telichenko, A.D. Potapov, V.A. Kurochkina [Text] // Integration, partnership and innovation in building science and education. — Moscow: Moscow State University of Civil Engineering, 2012. — P. 506–512.
18. Telichenko, V.I. Renovation — the creation of a modern urban environment / V.I. Telichenko // Vestnik MGSU. — 2020. — Т. 15, №. 1. — P. 11. — EDN JXFWEE.
19. Telichenko, V.I., Kurochkina, V.A. Methodology for assessing technogenic pollution of water bodies in urbanized areas [Text] / V.I. Telichenko, V.A. Kurochkina // Vestnik MGSU [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. — 2016. — № 6. — P. 81–90.
20. Zolotykh M.A. Renovation of industrial zones in modern conditions of the city / Zolotykh M.A. [Electronic resource] // StudArctic Forum 2(6): 33–46, 2017: [website]. — URL: 10.15393/j102.art.2017.1183 (date of reference: 14.09.2023).
21. Fedan, A.N. Open public spaces in the structure of architectural objects [Text] / Fedan A.N. // Proceedings of KGASU. — 2018. — № 3(45). — P. 88–96.