

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

2023, Том 15, № 1 / 2023, Vol. 15, Iss. 1 <https://esj.today/issue-1-2023.html>

URL статьи: <https://esj.today/PDF/67NZVN123.pdf>

DOI: 10.15862/67NZVN123 (<https://doi.org/10.15862/67NZVN123>)

**Ссылка для цитирования этой статьи:**

Курочкина, В. А. Анализ результативности принятых мер по геоэкологической реабилитации природных территорий в долинах малых рек / В. А. Курочкина, И. А. Сметанин // Вестник евразийской науки. — 2023. — Т. 15. — № 1. — URL: <https://esj.today/PDF/67NZVN123.pdf> DOI: 10.15862/67NZVN123

**For citation:**

Kurochkina V.A., Smetanin I.A. Analysis of the effectiveness measures provided in small river valleys in terms of geo-ecological revitalisation of landscape features. *The Eurasian Scientific Journal*. 2023; 15(1): 67NZVN123. Available at: <https://esj.today/PDF/67NZVN123.pdf>. (In Russ., abstract in Eng.) DOI: 10.15862/67NZVN123

**Курочкина Валентина Александровна**

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

Доцент кафедры «Инженерных изысканий и геоэкологии»

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 3 курса направления 1.6.21 «Геоэкология»

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

## Анализ результативности принятых мер по геоэкологической реабилитации природных территорий в долинах малых рек

**Аннотация.** В статье рассмотрены различные (по степени техногенной трансформации, длине и площади водосборного бассейна) классификации водотоков, являющихся объектами, входящими в состав различных особо охраняемых природных территорий в пределах городских территорий. Определены качественные различия между понятиями «реабилитация» и «восстановление». Обоснован выбор природных территорий (долины реки Чермянка и реки Городня и прилегающих территорий), использованных в исследовании. Произведена оценка геоэкологического состояния (рассмотрены климатические, гидрографические, геологические, гидрогеологические условия территорий, ландшафтные и геоморфологические особенности объектов, существующее состояние почвенного покрова, поверхностных вод и донных отложений, выявлены инженерно-геологические и геоэкологические процессы и явления) участков малых рек Чермянка и Городня на территории природных парков г. Москвы, а также анализ качества существующих мероприятий по экологической реабилитации участка долинного комплекса реки Городни от Борисовской плотины до Люблинской улицы, которые были проведены более 15 лет назад. Авторы выявили определенный ряд проблем, связанных с функционированием природных комплексов малых рек и их деградацией вследствие негативных природных процессов, не зависящих от деятельности человека (заболачивание, заиливание), связанных с последствиями пребывания человека вблизи рек (загрязнение водных объектов и территорий) и не совсем верно

примененными методами экологической реабилитации территорий, а также с унаследованное деградированное состояние природного комплекса. Авторами приведены рекомендации по повышению эффективности мероприятий для обеспечения удовлетворительного геоэкологического состояния малых рек и разработана единая методологическая концепция геоэкологической реабилитации природных территорий в пределах урбанизированных территорий.

**Ключевые слова:** геоэкологическая реабилитация; малые реки; водные объекты; природный комплекс; особо охраняемая природная территория (ООПТ); геоэкологические факторы; природный потенциал территории; природоохранные мероприятия

### Введение

В современных условиях жизни, характеризующихся ускоренными темпами урбанизации, развитием городской инфраструктуры, увеличением вредного воздействия промышленности, проблема сохранения городской среды и реконструкции ландшафтно-рекреационных зон приобрела особую актуальность. Одним из показателей устойчивого развития городской среды является общедоступность граждан к водоемам и природным территориям как к рекреационным ресурсам [1].

В России все водотоки по величине классифицируются на: большие (площадь бассейна более 50 000 км<sup>2</sup> и длина более 1 000 км), средние (площадь бассейна от 2 000 до 50 000 км<sup>2</sup> и длина от 100 до 1 000 км) и малые (располагаются в одной географической зоне и имеют длину не более 100 км и площадь бассейна в пределах 1–2 тыс. км<sup>2</sup>). Они, как и все другие водные объекты, характеризуются целым набором гидрологических и геоморфологических параметров, которые обуславливают совершенно специфические морфодинамические и геоэкологические особенности, а также антропогенные изменения в их бассейнах [2].

По состоянию на 2000 год, сохранилось 134 крупных водотоков, 39 из которых протекали в открытом русле, 60 — частично убраны в коллекторы, остальные полностью канализованы.

В Экологическом атласе Москвы приведена таблица классификации московских рек по степени техногенной трансформации, где:

- I класс — это реки, сохранившиеся в открытом русле более чем на 90 %;
- II класс — на поверхности находится около 50–90 % водотока, русло умеренно трансформировано;
- III класс — в открытом течении проходит на 10–49 %, речное русло сильно трансформировано;
- IV класс — поверхностный водоток утрачен, река канализована более чем на 90 %<sup>1</sup>.

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.

---

<sup>1</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.

Они по умолчанию представляют собой равновесные экосистемы, в которых происходят процессы самоочищения и самовосстановления, но при этом являются наиболее уязвимыми звеньями речной сети, так как в их водоохранных зонах почти не проводятся берегозащитные и противоэрозионные, а если они и проводятся, то бессистемно, фрагментарно и там, где это удобно, а не является необходимостью. Процессы заиления и эрозионно-транспортирующая способность всех малых рек невелика и очень непостоянна в зависимости от внешних условий.

По этой причине малейшее изменение экологического состояния водосборных территорий (загрязнение почвенного покрова, развитие опасных техноприродных процессов, увеличение объема и химического состава поступающих сточных вод, увеличение влияния факторов антропогенного воздействия и др.) может привести к стремительной деградации водного объекта [3].

Учитывая эти факторы, можно прийти к осознанию необходимости проведения мероприятий по реабилитации природных территорий, в число которых входят природные парки, образованные в долинах малых рек г. Москвы [4].

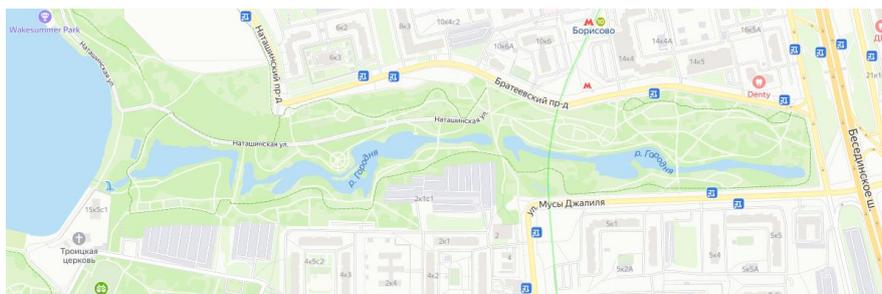
### Материалы и методы исследования

Создание в современном мегаполисе благоприятной для проживания среды, восстановление природно-экологического потенциала его территории являются приоритетными задачами актуализированного Генерального плана развития Москвы на период до 2020-2025 гг.

В этой связи должны быть запланированы мероприятия по максимальному сохранению озелененных территорий, благоустройство речных долин с формированием водоохранного озеленения, реставрация объектов культурного наследия (памятников садово-паркового искусства).

Рассмотрение качества выполненных мероприятий по геоэкологической реабилитации природных территорий, анализ эффективности существующих сооружений и проводимых мероприятий необходимо начинать с четкого установления представлений о понятии «геоэкологическая реабилитация».

В данном случае геоэкологическая реабилитация представляет собой систему мер, направленных на улучшение экологического состояния водного объекта и прилегающей территории с применением современных природоохранных технологий. Система мер представляет собой комплексный подход к решению проблемы, который должен включать улучшение качества вод, увеличение биологического разнообразия и очистку водного объекта и прибрежных территорий, укрепление берегов и создание защитных сооружений от опасных техноприродных процессов, организацию водоохранных зон, снижение объема и улучшение качества поступающих сточных вод, создание ливневых коммуникаций автомобильных дорог с целью отвода дождевых вод, 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. [5]. В данной работе было решено остановиться на двух природных парках, являющихся участками малых рек г. Москвы: р. Городня (от Борисовской плотины до Люблинской улицы) (рис. 1) и р. Чермянка (от улицы Широкой до проезда Дежнева) (рис. 2).



**Рисунок 1.** Картограммы расположения участков исследования реки Городня (ссылка на источник — <https://yandex.ru/maps/213/moscow>)

Выбор территорий для исследования был сделан не случайно. Обе речные долины (Чермянка и Городня) обладают сходными геоморфологическими особенностями, геологическим строением на разведанную глубину, гидрогеологическими условиями, показателями почвенного и растительного покрова прибрежных территория водотоков. Ко всему вышеперечисленному следует добавить, что реки обладают схожими морфометрическими характеристиками и наличием на территории областей развития инженерно-геологических процессов, таких как эрозионные и склоновые, в прибрежных зонах водных объектов. Также стоит отметить тот факт, что обе территории пересекаются объектами дорожной инфраструктуры: в случае Чермянки — железнодорожная линия Бескудниково — Медведково, а в случае р. Городня — Люблинско-Дмитровская ветка метро.



**Рисунок 2.** Картограммы расположения участков исследования реки Чермянка (ссылка на источник — <https://yandex.ru/maps/213/moscow>)

Проведенное исследование включало в себя:

- Рекогносцировочное обследование речных русел и прилегающих территорий.
- Анализ отчетов о проведенных инженерных изысканиях для обоснования проекта экологической реабилитации природных территорий.
- Анализ качества реализованных технологических мероприятий в природном парке «Долина реки Городня».

Влияние антропогенной нагрузки на водотоки можно оценить как равное, так как вдоль природных территорий располагаются идентичные объекты инфраструктуры (гаражные кооперативы, церковно-храмовые территории, дорожная инфраструктура, спортивные объекты и др.).

Более подробное изучение этих показателей необходимо не только для проведения комплексного экологического обследования, но и анализа проведенных мероприятий по геоэкологической реабилитации территорий.

Климатические условия для обоих участков являются идентичными, потому что они обе протекают по территории г. Москвы, которая в свою очередь относится к климатической зоне ПВ в соответствии с СП 131.13330.2016 «Строительная климатология»<sup>2</sup> и характеризуются следующими показателями (табл. 1):

Таблица 1

Перечень климатических показателей

№ п/п	Наименование параметра	Количество
1	Среднегодовая температура воздуха	+5,4°C
2	Среднемесячная температура воздуха в январе	-7,8°C
3	Среднемесячная температура воздуха в июле	+18,7°C
4	Абсолютная минимальная температура воздуха	-43°C
5	Абсолютная максимальная температура воздуха	+38°C
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°C	240 дней

Источник — СП 131.13330.2016 «Строительная климатология»

Русло р. Городня на исследуемом участке протягивается с запада на восток и имеет протяженность около 1,5 км. Русло имеет извилистую, четковидную форму (участки расширения до 50–80 м сменяются сужениями до 5–10 м). На двух участках протяженностью 10–23 м долина реки полностью перекрыта насыпными грунтами, а русло заключено в железобетонные водосливы диаметром от 500 до 1 500 см. Участок исследований почти полностью расположен на территории природного парка «Долина реки Городни».

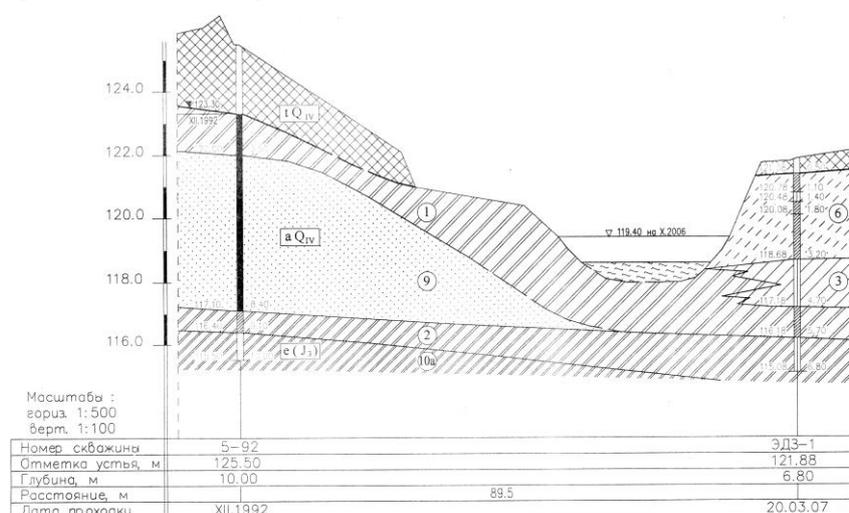
В свою очередь русло р. Чермянка на исследуемом участке протягивается с севера на юг и имеет протяженность около 3 км. Русло также имеет извилистую форму с участками расширений до 50 м и сменяются сужениями до 3–5 м. Полное перекрытие долины реки насыпными грунтами можно наблюдать только в районе железнодорожной линии Бескудниково — Медведково протяженностью около 50 м и русло заключено в железобетонные трубы квадратного сечения 1500x1500 см. Участок исследований полностью расположен на ООПТ регионального значения «Памятник природы «Долина реки Чермянки».

В геоморфологическом отношении территория обустроенного объекта расположена на низкой и высокой пойме р. Городня. В настоящее время рельеф участка спланирован, местами террасирован, с абсолютными отметками поверхности 118,7–125,0 м. Поверхность рельефа имеет незначительный уклон в сторону реки и вниз по течению. Поверхность земли, как правило, задернована и частично залесена (за исключением территорий авто- и пешеходных дорог, редких пустырей и немногочисленных построек).

<sup>2</sup> Свод правил. СП 131.13330.2012. Строительная климатология. Актуализированная версия.

Территория участка реки Чермянка располагается в низкой и высокой пойме реки, а на некоторых участках территории на первой надпойменной террасе. Абсолютные отметки поверхности 143,5–153,2 м. Поверхность рельефа имеет незначительный уклон в сторону реки и вниз по течению. Поверхность земли имеет задернованные и залесенные участки, но до 40 % территории имеет нарушенный растительный покров и невысокий процент проективного покрытия.

В геологическом строении участка на территории р. Городня на разведанную глубину до 20 м принимают участие техногенные, аллювиальные и элювиальные (кора выветривания верхнеюрских пород) отложения (рис. 3).



**Рисунок 3.** Поперечный разрез долины р. Городня (рисунок авторов)

Геологическое строение реки Чермянка на исследованную глубину до 10 м представлено: верхнечетвертичными аллювиальными отложениями, перекрытые с поверхности современными техногенными отложениями и почвенно-растительным слоем.

Для обоих участков характерна значительная фациальная изменчивость супесчано-суглинистые разрезы часто сменяются песчанистыми, что помимо характерных фациальных переходов может быть связано с этапностью осадконакопления (формирования террас, высокой и низкой поймы). Однако проследить распространение этих геоморфологических элементов и связанных с ними врезов не представляется возможным из-за значительной техногенной переработки поверхности рельефа.

Грунтовые воды на территории природного парка р. Городня вскрыты на глубине 0,6–1,5 м вблизи русла и на глубине 3,3–5,7 м — на удалении от него; установившийся уровень — 0,6–5,0 м с абсолютными отметками 119,5–121,4 м. Амплитуда сезонных колебаний уровня может составлять 0,5–1,5 м.

В свою очередь вблизи р. Чермянка водоносный горизонт вскрыт на глубинах 0,60–2,50 метров, что соответствует абсолютным отметкам 141,5–143,2 метра, горизонт носит безнапорный характер. Питание горизонта осуществляется путем инфильтрации атмосферных осадков. Разгрузка осуществляется в местную гидрографическую сеть и путем испарения с зеркала грунтовых вод. Полученные результаты свидетельствуют, что режим грунтовых вод на обеих территориях находится в зависимости от климатических факторов.

Исходя из геолого-литологических условий участков и амплитуды сезонных колебаний уровня грунтовых вод, можно сделать вывод, что территорию следует считать подтопленной, а на более возвышенных участках поймы, потенциально подтопленной.

На участках долин обеих рек были выявлены и развиваются одни и те же геоэкологические и инженерно-геологические процессы характерные для долин малых рек. При проведении натуральных наблюдений в пределах береговой зоны водотока были обнаружены целые комплексы эрозионных форм, динамично развивающихся в условиях нахождения внутри среды с интенсивным антропогенным воздействием [6].

Эрозионные процессы приурочены к прирусловой зоне реки. Особенности геологического строения протяжённой береговой линии обуславливают специфический набор возможных форм проявления экзогенных процессов, которые на разных участках водотока различны. На локальных площадях отмечаются признаки развития плоскостной и линейной эрозии. Опасные с инженерной точки зрения оползневые, оплывные и осыпные процессы имеют ограниченное распространение в пределах долины и приурочены к обрывистым участкам коренных склонов долины, и участкам с наиболее активным антропогенным влиянием на правом берегу (в случае р. Городня — это Троицкая церковь вблизи Борисовской плотины, для р. Чермянка — обрывистый склон вблизи производственно-складской базы). Также наблюдается местное заболачивание пойменных территорий с образованием пойменных болот (рис. 4).



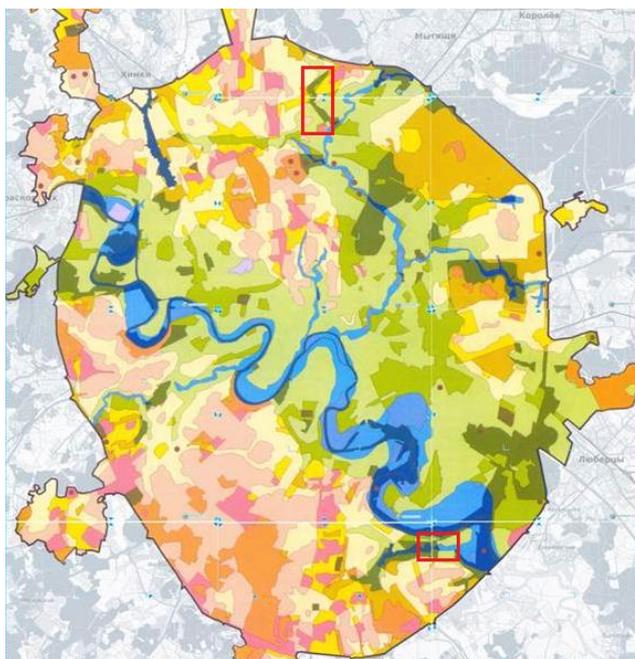
*Рисунок 4. Участки проявления инженерно-геологических процессов (фото авторов)*

Территория г. Москвы, согласно почвенному районированию России, относится к Среднерусской провинции дерново-подзолистых почв южной тайги, в которой центральное место в почвенном покрове занимают дерновоподзолистые почвы<sup>3</sup>. Согласно почвенной карте г. Москвы<sup>4</sup> участки исследования расположены в пределах поймы р. Яуза и р. Городня (рис. 5).

Почвенный покров поймы р. Городня в процессе хозяйственного использования подвергся трансформации, частично был утрачен и трансформирован. До начала освоения территории почвенный покров представлен типичным для центральной и прирусловой части поймы комплексом аллювиальных (преимущественно аллювиально-болотных и аллювиально-луговых) почв на аллювиально-слоистых отложениях, сочетающихся с пойменными болотными почвами переувлажненных участков. В настоящее время на участках отсыпки грунта сформировались молодые дерново-слабоподзолистые, дерновоглеевые и дерново-болотные урбаноземы.

<sup>3</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>4</sup> Экологический атлас Москвы [Карты] / Правительство Москвы; ред. комис.: Шиков (пред.) и др.; Гос. ком. по охране окружающей среды г. Москвы [и др.]; рук. проекта И.Н. Ильина. — Москва: АБФ / АВФ, 2000. — 1 атл. (96 с.).



*Рисунок 5. Фрагмент почвенной карты г. Москвы  
(ссылка на источник — Экологический атлас Москвы)*

В пределах участка исследований р. Чермянка преобладают урбаноземы гумусированные слабосреднемощные оглеенные на насыпном грунте (> 50 % площади), им сопутствуют урбаноземы слаборазвитые на насыпном и привозном грунте (10–40 % площади), встречаются реплантоземы (< 16 %).

В соответствии с Докладами о состоянии окружающей среды в городе Москве за период с 2011 по 2021 году величина загрязнения воды на обоих водных объектах характеризуется индексом загрязнения УКИЗВ до 1,37, что соответствует второму классу (слабо загрязненная)<sup>1</sup>.

Основу растительного покрова обеих территорий составляет система различных типов пойменных лугов и болот, прорезанных сетью водотоков. Древесная растительность представлена сообществами с преобладанием мелколиственных пород: ивняками и ольшаниками вдоль русел, на заболоченных участках и по берегам водоемов, а также разновозрастными березовыми и осиновыми перелесками. К этому стоит добавить наличие клена ясенелистного и разных видов тополей.

При рассмотрении участка территории поймы реки Городня значительное влияние на структуру и состав современного растительного покрова оказало использование части территории поймы под садово-огородные участки, ее трансформация в ходе строительных работ, благоустройство и озеленение прилегающей территории. Результатом этого стало распространение по всей территории Братеевской поймы сорно-рудеральных видов и натурализовавшихся культиваров (прежде всего — плодово-ягодных и декоративных кустарников, ряда декоративных травянистых многолетников и т. п.), которые благополучно интегрировались в состав природных сообществ, чего нельзя наблюдать на территории поймы реки Чермянка.

Основу животного населения города составляют виды — толерантные к антропогенному воздействию, а также синантропные виды. На обеих территориях наиболее обычным и массовым околоводным видом является кряква. Из хищных в районе работ изредка встречается обыкновенная пустельга. Многочисленным и повсеместным является сизый голубь. Обычен чёрный стриж, который массово гнездится на домах и сооружениях во всех районах города. Из вороновых в районе изысканий встречается грач, галка, многочисленна

серая ворона. Из мелких воробьиных птиц встречаются белая трясогузка, скворец, в зимний период отмечается свиристель. Обычными представителями обыкновенная лазоревка, большая синица, домовый воробей. Повсеместным, хотя и не массовым видом является соловей. В пределах поймы реки Чермянка отмечается наличие мест обитания представителей семейства бобровых (рис. 6).



*Рисунок 6. Типичные представители фауны (фото авторов)*

В настоящее время река Чермянка и ее долина с притоками подвержены сильному антропогенному воздействию со стороны столичного мегаполиса и населения: природные ландшафты частично нарушены в результате строительных и ремонтных работ; территория во многих местах захламлена бытовым мусором. На ее состояние сильное влияние оказывает наличие производственно-складских территорий, линий электропередач, гаражных комплексов и автостоянок, а также дорожно-транспортной сети с интенсивным трафиком. На р. Городня оказывается значительно меньшее влияние в связи с ее расположением между двух селитебных зон (рис. 7).



*Рисунок 7. Факторы антропогенного воздействия на природные территории объектов исследования (фото авторов)*

### **Анализ эффективности проведенных мероприятий по геэкологической реабилитации**

В состав проведенных мероприятий по реабилитации природного парка «Долина реки Городня» вошли расчистка русла реки, создание берегоукрепительных сооружений, прокладка инженерных коммуникаций, устройство лестниц и беседок, восстановление почвенно-растительного покрова и другие.

За период, которым можно считать период с проведения предыдущей чистки и других реабилитационных мероприятий, на данной территории произошло достаточно много событий, приведших к изменению природного состояния:

- Окончательно сформировался водосборный бассейн р. Городня и ее притоков.
- Изменился ряд экологических требований.
- Прокладывание коммуникаций и проведение транспортных магистралей.
- И другие.

Учитывая тот факт, что все мероприятия по реабилитации были проведены чуть более 15 лет назад, то на основе наблюдений, расчетов и оценочных суждений можно делать вывод о качестве и эффективности проведенных мероприятий.

Для начала, стоит отметить, что все мероприятия и комплекс мер повышения сохранности природных объектов основан на регулировании градостроительной деятельности на территории природного комплекса г. Москвы, где не допускаются изменения ландшафта существующих и исторически сложившихся природных объектов.

Среди всех мероприятий, произведенных в процессе создания парковой территории на участке поймы реки Городни, можно отметить как положительные, так и отрицательные аспекты полученных результатов.

Из положительных аспектов, во-первых, можно выделить улучшение качества вод. Проанализировав данные докладов о состоянии окружающей среды в городе Москве за последние 12 лет было выявлено незначительное снижение удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) на створах вблизи впадения данных рек в р. Москва, что демонстрирует положительную динамику снижения по содержанию органических и неорганических веществ [6].

Кроме того, авторами были проведены исследования химического состава поверхностных вод непосредственно на изучаемом участке (табл. 2). Их результаты представлены в таблицах ниже. Показатели качества поверхностных вод выбраны специально для проведения оценки с помощью УКИЗВ. В данном показателе для анализа должно использоваться не менее 15 обязательных показателей, установленных на основании РД 52.24.643-2002 Росгидромета (Приложение В).

В представленной выше таблицы можно отметить незначительные превышения нормативов в весенне-летний период по отдельным элементам (БПК,  $\text{NH}_4$ , нефтепродукты и железо общее,  $\text{Mn}^{2+}$ ) и на отдельных местах отбора проб. При таком подходе значение УКИЗВ равняется 4, и поверхностные воды реки необходимо считать очень загрязненными, что является не совсем верным. На взгляд авторов более рациональным будет использование усредненных значений при определении числа критических показателей загрязненности, и в таком случае воду следует относить к слабо загрязненной по классам загрязненности.

Также был проведен анализ донных отложений. Из качественный анализ показал, что донные отложения на 75 % состоят из рыхлых мелкообломочных осадочных пород — алевритов, на 10 % из биологических останков мелких беспозвоночных организмов и микроорганизмов и около 15 % приходится на листовую опад крупной древесной растительности и разложившуюся травянистую растительность в ложе водотока. Результаты химического анализа зафиксированы в таблице 3.

Таблица 2

Усредненные результаты лабораторных исследований  
химического состава поверхностных вод в весенний и летний период (2022 г.)

Показатель	Весна	Лето	ПДК (культурно-бытовое), мг/л	ПДК (Рыбохозяйственное), мг/л
Прозрачность	21–30	20–30	---	Не менее 10 см
pH	7,2–7,4	7,2–7,8	6,5–8,5	6,5–8,5
Растворенный O <sub>2</sub>	7,5–9,5	9,5–11	---	Не менее 6 (летний период года)
БПК <sub>полн</sub>	2,2–2,5	4,0–6,1	---	3
NH <sub>4</sub>	0,15–0,8	0,18–0,79	0,6	0,5
NO <sub>2</sub>	0,12–0,15	0,03–0,47	3,3	0,08
NO <sub>3</sub>	1,4–10	2,9–15,3	45	40
Взвешенные в-ва	Менее 0,1	Менее 0,1	0,25	0,25
Нефтепродукты	0,05–0,2	0,1–0,33	0,3	0,05
Фенолы	---	---	---	0,001
Железо общее (Fe)	0,1–0,3	0,3–0,4	0,3	0,1
Медь (Cu <sup>2+</sup> )	Менее 0,05	Менее 0,05	1	0,001
Цинк (Zn <sup>2+</sup> )	Менее 0,01	Менее 0,01	1	0,01
Никель (Ni <sup>2+</sup> )	0,05–0,07	0,05–0,09	0,03	0,01
Марганец (Mn <sup>2+</sup> )	0,1–0,15	0,1–0,2	0,1	0,01
ХПК	12–18	17–23	30	---
Сульфаты	120–250	170–290	500	100
Хлориды (Cl <sup>-</sup> )	200–230	290–330	350	300

Таблице 3

Усредненные результаты лабораторных исследований  
химического состава донных отложений в весенний и летний период (2022 г.)

Показатель	Результат анализа, мг/кг	ПДК
pH	6,9–7,1	---
Нефтепродукты	160–1550	1000
Cr	39–65	90
Mn	1116–3200	1500
Co	5–12,6	5
Ni	32,2–78,8	80
Cu	56,0–122,2	132
Zn	77–322	220
Pb	77–160	130
Cd	0,7–1,8	2
Hg	1,8–2,2	2,1
Ag	7,8–9,2	10

Проанализировав полученные результаты можно сделать вывод ряд выводов:

- Связи между химическим составом речных вод и донных отложений на данном объекте не имеют линейной зависимости.
- Высокие концентрации некоторых микроэлементов (Mn, Co) могут иметь связь не только с загрязнением водного объекта, но и с определенными природными условиями, например, сорбционная активность, позволяющая оценить аккумуляционный потенциал донных отложений по отношению ко многим микроэлементам.

Во-вторых, произошло восстановление утраченных биологических связей, до проведения мероприятий по геоэкологическому восстановлению водного объекта. Произошло восстановление утраченных биологических связей при загрязнении и заилении 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.

В-третьих, на территории верхней поймы 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 (рис. 8).



*Рисунок 8. Объекты социальной инфраструктуры (фото авторов)*

Отрицательными аспектами, которые проявились на территории, спустя длительный промежуток времени можно считать следующие:

Во-первых, степень техногенной трансформации участка русла реки Городни, можно определить как среднюю. Русло реки на данном участке практически не зарегулировано в трубы и системы канализованного спрямления (кроме отдельных участков при создании пешеходных переходов, автодорожных полотен и непосредственно Борисовской плотины) и поперечный профиль русла на разных участках реки остался неизменным, если не учитывать эрозионные процессы, происходящие в отдельных частях прирусловой зоны, о которых будет сказано позднее.

Во-вторых, санитарное состояние реки можно оценить как ниже среднего, потому что на большом числе участков наблюдается зарастание рогозом и древесно-кустарниковой растительностью, захламливание прибрежных территорий и верхней поймы бытовыми и строительными отходами. Процессы зарастания возникают по причине низкой циркуляции воды в водотоке вероятнее всего из-за создания систем канализованного спрямления, а также историческое сооружение — Борисовская плотина. Все это в свою очередь может приводить к последующему загрязнению водного объекта. При неполном разложении растительных остатков создаются условия для образования торфа, заболачивания. Поступление в водоем избытка органических веществ приводит к резкому ускорению зарастания и заилению водотока (рис. 9).

Исходя из предыдущего пункта, по визуальным наблюдениям, можно сделать вывод, что при проведении расчистки русла и некоторых дноуглубительных работ были допущены ошибки в гидравлических расчетах русла реки Городня на отдельных ее участках, что привело к появлению иловых наносов (рис. 10).

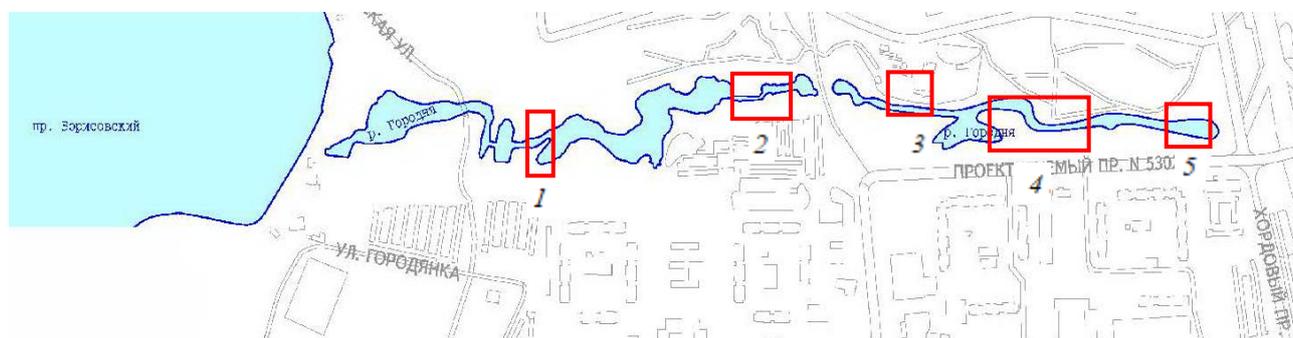


*Рисунок 9. Заросшие русловые территории (фото авторов)*



*Рисунок 10. Русловые наносы р. Городня (фото авторов)*

На всем протяжении участка реки на территории природного парка наблюдалось 5 областей с довольно крупными русловыми наносами, которые виднелись невооруженным глазом (рис. 11).



*Рисунок 11. Картосхема расположения областей иловых наносов (рисунок авторов)*

Учитывая эти наблюдения, можно сделать вывод, что произведенные технологические мероприятия по расчистке русла и дноуглубительным работам привели к изменению гидрологического режима, одновременно улучшив и ухудшив его. Поэтому в данной работе были произведены гидравлические расчеты русла и незаиляющей скорости течения реки [8; 9].

Разбивка водотока на участки была обоснована не только наличием в этих областях наносов, но и для более точных расчетов, так как в естественных руслах поперечные сечения, шероховатость и другие показатели, необходимые для расчетов изменяются вдоль потока. Кроме того, для упрощения расчетов естественное поперечное сечение заменяют поперечным сечением правильной формы, по площади равным естественному сечению.

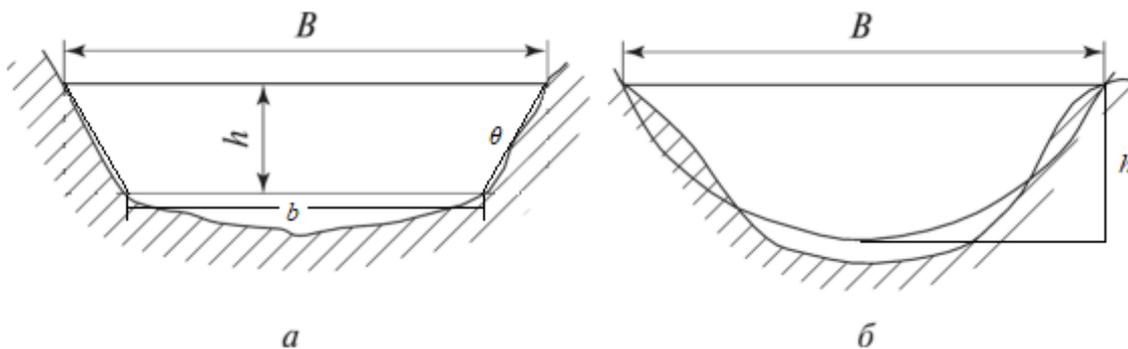
Равномерное движение в открытых руслах характеризуется постоянством по длине потока: расхода  $Q$ , уклона дна  $i$ , глубины наполнения  $h$ , размеров сечения  $\omega$  и его формы; коэффициента шероховатости стенок  $n$ .

Основная формула равномерного движения имеет вид:

$$Q = \omega C \sqrt{RI}, \quad (1)$$

где  $\omega$  — площадь живого сечения потока, м;  $C$  — коэффициент Шези;  $R$  — гидравлический радиус, равный  $\omega/\chi$ , м;  $I$  — гидравлический уклон, в случае равномерного движения — уклон дна  $i$ ;  $\chi$  — длина смоченного периметра, м.

Для первых четырех областей было произведена замена сечения естественного русла на сечение трапецидальной формы (рис. 12а), а для пятой области естественное русло было приведено к параболическому очертанию (рис. 12б).



**Рисунок 12.** Примеры замены сечения естественного русла на сечение правильной формы (рисунок авторов)

Незаиляющая скорость  $V_{min}$  определялась по формуле согласно методическим указаниям:

$$v_{min} = 1.5 \sqrt{\frac{Mw_0 \sqrt{w_{cp}}}{0,022 \sqrt{RI}}}, \quad (2)$$

где  $M$  — мутность потока в  $кг/м^3$ ;  $w_{cp}$  — средневзвешенная гидравлическая крупность наносов.

После проведения подсчетов оказалось, что незаиляющая скорость  $V_{min}$  для самого маленького сечения из пяти равна 0,33 м/с.

Для первых четырех областей полученные данные расчета равнялись  $Q_1 = 0,108 м^3/с$ ;  $Q_2 = 0,121 м^3/с$ ;  $Q_3 = 0,067 м^3/с$ ;  $Q_4 = 0,113 м^3/с$ . Из полученных расчетов можно сделать вывод, что с течением времени, изменение геометрического уклона дна и возможной формы поперечного сечения после расчистки русла повлияло на образование русловых наносов.

Для 5 области полученные расчеты показали, что незаиляющая скорость  $V_{min} = 0,33$  м/с, незначительно выше средней скорости в рассматриваемом сечении, что не способствует образованию иловых наносов, но их наличие наводит на вывод, что еще одной причиной является развитие эрозионных процессов. И данный тип процессов развит в основном на части русла, которая располагается между Люблинской улицей и проходящей под руслом реки ветки Люблинско-Дмитровской линии метрополитена. Частично берега укреплены геотекстилем, но в очень ограниченном количестве мест, чего явно не достаточно для сдерживания процессов русловой эрозии. Основными причинами такой ситуации могут являться большая крутизна откосов русла и отсутствие на них травянистой растительности или же других методов берегоукрепления.

В-третьих, на участке расположения Троицкой церкви, вблизи Борисовской плотины наблюдается активная стадия развития оползневого процесса, который ко всему прочему усугубляется в связи с подрезкой склона при создании лестницы на столбчатом фундаменте (рис. 13).



*Рисунок 13. Лестница на оползневом склоне (фото авторов)*

### Результаты исследования

Учитывая тот факт, что в данный период времени в городе Москве реабилитация малых водных объектов, входящих в состав природных парков, проводится в целом «бессистемно» (проект реабилитации каждого нового выбранного объекта разрабатывается с нуля), и результаты этих проектов оказываются далеко не «идеальными», разработка единой методологической концепции геоэкологической реабилитации природных территорий становится актуальной [10].

Реабилитационные мероприятия должны быть направлены на исключение причин деградации природной территории и водного объекта входящего в ее состав, среди которых наибольшее значение имеют:

- изменения гидрологического режима реабилитируемого участка;
- состояние территории водосбора (загрязненность, наземная растительность, геохимические показатели почв, климатические особенности и пр.);

- степень развития инженерно-геологических процессов в русле реки и на прибрежных территориях;
- 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.

Рассматривая перечень основных причин деградации водного объекта, единая методологическая концепция геоэкологической реабилитации малых рек, должна включать следующее поэтапное исполнение следующих реабилитационных мероприятий [11; 12]:

1. Визуальное рекогносцировочное обследование долины реки с выделением характерных участков реки для проведения функционального зонирования.

Основными задачами данного этапа должны являться: выделение характерных русловых форм (меандры, излучины, 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.

В данной работе нами был проведен сравнительный анализ уже реконструированного водного объекта и технических решений, примененных на его территории, и объекта, который только готовится к проведению реабилитационных работ.

### Выводы

Реабилитация природных территорий и входящих в их состав водных объектов является необходимой частью их комплексного использования в современных условиях, без которой невозможно решение задачи сохранения водных объектов как фактора формирования здоровой среды обитания человека. Изучение методов и инструментов геоэкологической реабилитации продолжает оставаться актуальным направлением исследований в водном хозяйстве.

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.

В ходе визуального натурного обследования и проведенных математических расчетов были выявлены недочеты, допущенные при проведении работ по геоэкологической реабилитации р. Городня. Учитывая выявленные положительные и отрицательные аспекты, которые проявились на территории, и экстраполируя их на будущие проекты геоэкологической реабилитации природных территорий, можно избежать проявлений, целого ряда негативных процессов и явлений. Кроме этого, грамотно реабилитированные водные объекты обладают важными природоохранными функциями, поддерживают качество окружающей среды и создают более комфортную среду проживания для человека.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Vinogradova, N., Kravchenko, D., Kurochkina, V.V. Impact of construction activities on the environment of cities, 2021, 937(4), 042019.
2. Боровков В.С., Блази С., Курочкина В.А. Комплексная экологическая безопасность водных объектов на урбанизированных территориях. «Экология урбанизированных территорий», № 1, 2012, с. 45–49.
3. Теличенко В.И., Курочкина В.А., Киров Б.Л. Экологическая безопасность, использование и охрана водных объектов на урбанизированных территориях. Урбанизированные территории, 2016. № 3. С. 32–39.

4. Попов, А.Н. Концептуальные основы реабилитации поверхностных водных объектов / А.Н. Попов, Г.А. Оболдина, Н.Б. Прохорова // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. — 2017. — № 4. — С. 4–17.
5. Kurochkina V.A. 2020 Impact of urbanization on the state of water bodies and adjacent territories. E3S Web of Conferences 217 02004 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702004>.
6. Добровольский Г.В., Шоба С.А., Балабко П.Н и др. Деграация и охрана почв [Монография] / Под ред. Г.В. Добровольского; Моск. гос. ун-т имени М.В. Ломоносова. Фак. почвоведения МГУ. Ин-т почвоведения МГУ-РАН. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 2002 (Тип. Россельхозакадемии). — 651 с.
7. Курочкина, В.А. Влияние городских водных объектов на структуру открытых общественных пространств / В.А. Курочкина, С.К. Хлебников, М.Д. Мельникова, И.А. Сметанин // Вестник евразийской науки. — 2021. — Т. 13. — No 5. — URL: <https://esj.today/PDF/18NZVN521.pdf> DOI: 10.15862/18NZVN521.
8. Замарин, Е.А. Гидротехнические сооружения / Е.А. Замарин, В.В. Фандеев. — 5-е изд. — М.: Колос, 1965. — 623 с.
9. Замарин, Е.А. Проектирование гидротехнических сооружений / Е.А. Замарин. — М.: Гос. изд-во с.-х. лит., 1961. — 232 с.
10. Курочкина В.А. Водные объекты как основа организации открытых общественных пространств и инструмент трансформации урбосистем // Вестник Евразийской науки, 2020 No 5, <https://esj.today/PDF/63SAVN520.pdf> (доступ свободный). Загл. с экрана. Яз. рус., англ. DOI: 10.15862/63SAVN520.
11. Kurochkina, V. Methodology for assessment of technogenic contamination in water bodies at urban areas / V. Kurochkina // E3S Web of Conferences: Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019, Divnomorskoe Village, 09–14 сентября 2019 года. — Divnomorskoe Village: EDP Sciences, 2019. — P. 01057. — DOI 10.1051/e3sconf/201913501057. — EDN DWHYNK.
12. 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>.

**Kurochkina Valentina Aleksandrovna**

National Research Moscow State University of Civil Engineering, Moscow, Russia

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

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

## **Analysis of the effectiveness measures provided in small river valleys in terms of geo-ecological revitalisation of landscape features**

**Abstract.** In the article are considered various classifications of watercourses (according to the degree of technogenic transformation, length and area of the catchment basin), which are objects that are part of various specially protected natural territories within urban areas. The qualitative differences between the concepts of "rehabilitation" and "recovery" are determined. The choice of natural territories (the valleys of the Chernyanka River and the Gorodnya River and adjacent territories) used in the study is justified. The geoecological condition was assessed (climatic, hydrographic, geological, hydrogeological conditions of territories, landscape and geomorphological features of objects, the existing state of soil cover, surface waters and bottom sediments were considered, engineering-geological and geoecological processes and phenomena were identified) of the sections of the small rivers Chernyanka and Gorodnya on the territory of natural parks of the city of Moscow, as well as an analysis of the quality of existing measures for the ecological rehabilitation of the section of the Gorodnya River valley complex from Borisovskaya Dam to Lublinskaya Street, which were carried out more than 15 years ago. The authors have identified a certain number of problems related to the functioning of natural complexes of small rivers and their degradation due to negative natural processes that do not depend on human activity (waterlogging, silting), associated with the consequences of human stay near rivers (pollution of water bodies and territories) and not quite correctly applied methods of ecological rehabilitation of territories, as well as inherited degraded state of the natural complex. The authors provide recommendations for improving the effectiveness of measures to ensure a satisfactory geoecological condition of small rivers and developed a unified methodological concept of geoecological rehabilitation of natural territories within urbanized territories.

**Keywords:** rehabilitation; small rivers; water bodies; protected area; geoecological factors; natural potential of the territory; environmental protection measures

### **REFERENCES**

1. Vinogradova, N., Kravchenko, D., Kurochkina, V.V. Impact of construction activities on the environment of cities, 2021, 937(4), 042019.
2. Borovkov V.S., Blazi S. and Kurochkina V.A. 2012 Complex ecological safety of water bodies in urbanized territories Ecology of urbanized territories, 2, 45–49.
3. Telichenko V.I., Kurochkina V.A., Kirov B.L. Ecological safety, use and protection of water bodies at urban areas. Ecology of urban areas. № 3: 32–39, 2016. (In Russian).

4. Popov, A.N. Conceptual foundations of rehabilitation of surface water bodies / A.N. Popov, G.A. Oboldina, N.B. Prokhorova // Water economy of Russia: problems, technologies, management. — 2017. — No. 4. — pp. 4–17.
5. Kurochkina V.A. 2020 Impact of urbanization on the state of water bodies and adjacent territories. E3S Web of Conferences 217 02004 <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202021702004>.
6. 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. Faculty of Soil Science of Moscow State University. Institute of Soil Science of MSU-RAS. — M.: Publishing House of Moscow. un-ta, 2002 (Type of the Russian Agricultural Academy). — 651 s.
7. Kurochkina V.A., Khlebnikov S.K., Melnikova M.D., Smetanin I.A. Impact of urban water bodies on the structure of open public spaces. The Eurasian Scientific Journal, 13(5): 18NZVN521.
8. Zamarin, E.A. Hydraulic structures / E.A. Zamarin, V.V. Fandeev. — 5th ed. — M.: Kolos, 1965. — 623 p.
9. Zamarin, E.A. Design of hydraulic structures / E.A. Zamarin. — M.: State Publishing house S.-x. lit., 1961. — 232 p.
10. Kurochkina V.A. (2020). Water bodies as the basis by open public spaces planning and an instrument of urban transformation. The Eurasian Scientific Journal, [online] 5(12).
11. Kurochkina, V. Methodology for assessment of technogenic contamination in water bodies at urban areas / V. Kurochkina // E3S Web of Conferences: Innovative Technologies in Environmental Science and Education, ITESE 2019, Divnomorskoe Village, 09–14 сентября 2019 года. — Divnomorskoe Village: EDP Sciences, 2019. — P. 01057. — DOI 10.1051/e3sconf/201913501057. — EDN DWHYHK.
12. Kurochkina, V.A. The concept and main measures for the geocological rehabilitation of small rivers and adjacent territories of cities / V.A. Kurochkina, I.A. Smetanin // Bulletin of Eurasian Science. — 2022. — V 14. — No. 6. — URL: <https://esj.today/PDF/89NZVN622.pdf>.