

## **РОЛЬ МАЛЫХ РЕК В ФОРМИРОВАНИИ ГИДРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ КОРИДОРОВ В ГОРОДАХ (НА ПРИМЕРЕ РЕКИ МЫШКИ, МИНСК)**

*Овчарова Е. П., Санец Е. В., Савченко С. В., Бокая Г. М.  
Институт природопользования НАН Беларуси,  
г. Минск, Республика Беларусь, e-mail: geosystem1@rambler.ru*

Показано, что в современных условиях р. Мышка сохраняет высокий потенциал для выполнения экосистемных функций в качестве гидроэкологического коридора II порядка, несмотря на значительную антропогенную трансформацию ее долины. В более благоприятном состоянии находится участок реки в среднем течении, где проточность лучше выражена и пойма представлена резервными озелененными территориями в состоянии, близком к естественному. Наибольшую нагрузку река испытывает в устье на участке выше и ниже выпуска очистных сооружений поверхностных сточных вод (ассимиляционный потенциал 11 – 12 баллов), в донных отложениях здесь сформировались полиэлементные аномалии из нефтепродуктов, кадмия, свинца, меди и цинка.

Ключевые слова: гидроэкологический коридор; малая река; гидрохимическая оценка; вода; донные отложения.

## **ROLE OF SMALL RIVERS IN THE FORMATION OF HYDROECOLOGICAL CORRIDORS IN CITIES (ON THE EXAMPLE OF THE MYSHKA RIVER, MINSK)**

*Aucharova A. P., Sanets E. V., Savchenko S. V., Bokja G. M.  
Институт природопользования НАН Беларуси,  
Minsk, Republic of Belarus, e-mail: geosystem1@rambler.ru*

It's shown that in modern conditions the Myshka river retains a high potential for performing the ecosystem functions as a second order hydroecological corridor, despite the significant anthropogenic transformation of its valley. More favorable conditions are noted in the middle section of the river: the river flow is preserved, and the floodplain is represented by green spaces. The river is exposed to the greatest load at the downstream above and below the outlet of urban runoff treatment facilities (assimilation potential 11 – 12 points). In the bottom sediments, polyelement anomalies are formed from oil products, cadmium, lead, copper and zinc.

Keywords: hydroecological way; small river; hydrochemical assessment; water; bottom sediments.

Понятие «экологических (зеленых) коридоров» появилась в ландшафтной архитектуре крупных городов Европы и США еще в конце XIX – начале XX века и было обусловлено ростом урбанизации, повышением плотности и этажности застройки, ухудшением экологической ситуации в городах. В этот период возникла необходимость рационального сочетания урбанизированных и природных компонентов жизненной среды и обеспечения баланса между ними [1].

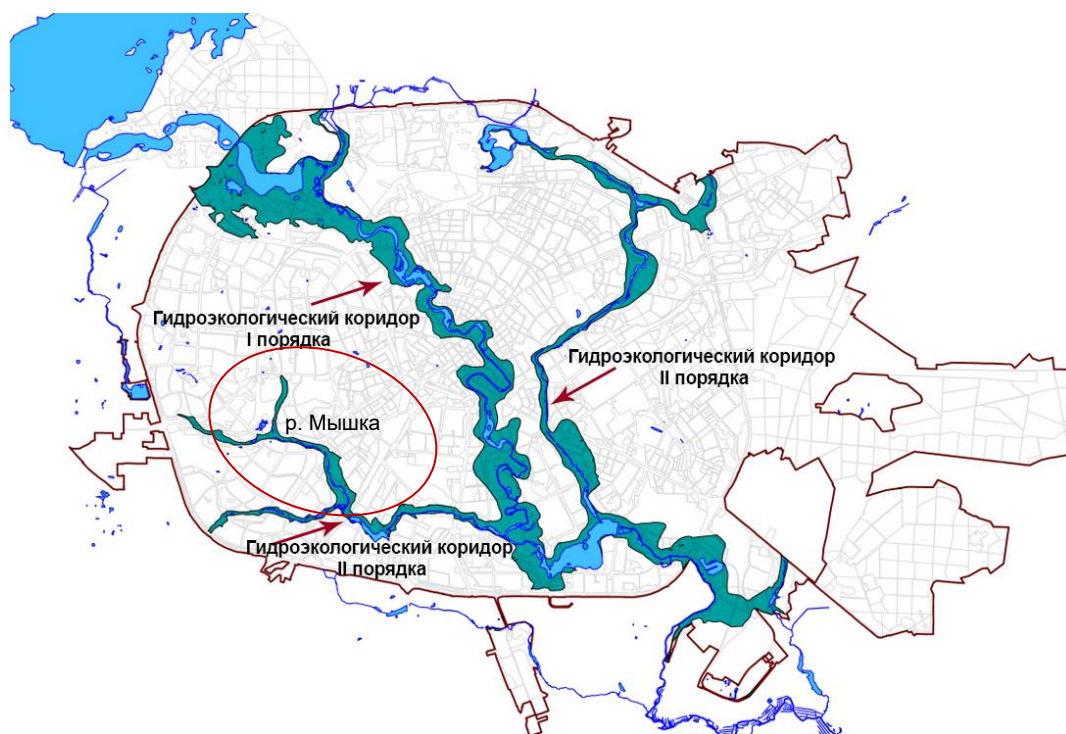
Согласно [2], экологические (зеленые) коридоры должны быть линейными, непрерывными, объединять части города, выполнять различные функции (природоохранные, рекреационные и т.д.) на всем протяжении и дополнять, а не замещать остальные типы рекреационных объектов. Гидрографическая сеть отвечает перечисленным требованиям в наибольшей степени, что логично обусловило ее использование в мировой практике в качестве основы для выделения экологических коридоров. Так, например, водотоки и водоемы Беларуси с их водоохранными зонами легли в основу выделения экологических коридоров в составе Схемы национальной экологической сети, утвержденной Указом Президента Республики Беларусь 13.03.2018 № 108. Концепция экологических коридоров была положена в основу создания уникальной водно-зеленой системы Минска [3].

В условиях города роль гидрографической сети еще более важна, так как пойменные ландшафты могут оставаться в относительно естественном состоянии из-за сложности их освоения. И даже в условиях высокого уровня антропогенной обустроенности территории по берегам водотоков сохраняются небольшие полосы природных и природно-антропогенных территорий, обеспечивающих непрерывность экологического коридора.

Несмотря на то, что водотоки и их долинные комплексы подвергаются значительной трансформации (особенно в центральной части города), доля природных и природно-антропогенных территорий в пределах экологических коридоров остается достаточно высокой. Так, например, в Минске доля таких территорий в пределах экологических коридоров составляет 47,6 %, что на 12,5 % больше, чем характерно для города в целом.

На территории г. Минска выделены гидроэкологические коридоры нескольких порядков (рисунок 1). Долинный комплекс р. Свислочи является коридором I порядка и обеспечивает непрерывную связь между природными и природно-антропогенными территориями в системе «город–пригород». Долинные комплексы рек Лошицы и Мышки, а также Слепянской водной системы отнесены к коридорам II порядка, обеспечивающим непрерывную связь между такими территориями в пределах города.

Река Мышка, как и вся гидрографическая сеть Минска, претерпела существенные изменения в процессе градостроительного освоения территории. Ее протяжённость уменьшилась с 7 км (исток находился в районе современной ул. Притыцкого, за д. Медвежино) до 2 км. В 1960-е годы после строительства у д. Петровщина водозабора № 2 началось ее обмеление. В настоящее время часть реки до ул. Железнодорожной представлена условно проточными остаточными водоемами. В виде водотока река существует ниже по течению вдоль ул. Семашко до впадения в р. Лошицу. Русло реки, что важно для выполнения экологических функций, находится в естественном состоянии.



*Рисунок 1 – Картосхема гидроэкологических коридоров, выделенных на основе долинного комплекса сохранившихся водотоков г. Минска*

В пределах сохранившегося долинного комплекса р. Мышки почти 50% приходится на резервные озелененные территории всех типов, что создает предпосылки для устойчивого функционирования данного гидроэкологического коридора. Эти территории приурочены, главным образом, к среднему и нижнему течению реки. Территории в верхнем течении трансформированы в большей степени и представлены участками текущей, многоквартирной и общественной застройки.

Растительность в пойме Мышки достаточно стабильно сохраняет свою специфику благодаря устойчивому гидрологическому режиму. Природные комплексы здесь имеют достаточно высокое эколого-рекреационное значение. Высока и рекреационная значимость долины р. Мышки. В жилых кварталах, непосредственно прилегающих к данному экологическому коридору, проживает около 110 тыс. жителей. Однако на большей части этой территории отсутствует рекреационное благоустройство, хотя на отдельных участках, приближенных к жилым массивам, отмечается стихийное возникновение площадок для отдыха, развитие тропиной сети [4].

Для оценки гидрохимического состояния р. Мышки в 2017 – 2020 гг. в разные периоды года отобраны около 20 водных проб, а также пробы донных отложений (таблица).

Таблица – Точки отбора проб воды и донных отложений р. Мышки

№ точки	Расположение	Гидрологическая характеристика
Мыш01	Водоем (остаточный) в границах улиц М. Горького, Рафиева, Михалово и Колхозной	Условно проточный
Мыш03	Водоемы (остаточные) между улицами Михайловской и Острожских	Условно проточный
Мыш04	Водоемы (остаточные) у ул. Я. Брыля	Условно проточный
Мыш05	Водоемы (остаточные) вдоль ул. Алибегова	Условно проточный
Мыш06	Водоемы (остаточные) между пр. Дзержинского и ул. Железнодорожной	Условно проточный
Мыш07	Водоток, река Мышка (вдоль ул. Семашко) от ул. Железнодорожной	Проточный
Мыш08	Водоток, река Мышка выше сброса ОС дождевого коллектора Запад, Юго-Запад	Проточный
Мыш09	Водоток, река Мышка ниже сброса ОС дождевого коллектора Запад, Юго-Запад	Проточный

В ходе химико-аналитических работ в пробах воды определялось содержание компонентов основного солевого состава, биогенных веществ, тяжелых металлов и нефтепродуктов, рассчитывался тип воды и ассимиляционный потенциал реки на разных участках.

Согласно данным обследования, состояние реки по гидрохимическим показателям можно считать относительно стабильным. Общая минерализация воды в указанный период колебалась в пределах 228,2 – 383,7 мг/дм<sup>3</sup>. Максимальные значения, как общей минерализации воды, так и содержания компонентов основного солевого состава, фиксировались в апреле 2020 г. Если рассмотреть усредненные значения общей минерализации за период наблюдения, то можно сделать вывод, что наибольшую минерализацию воды (445 мг/дм<sup>3</sup>) имеют остаточные водоемы между улицами Михайловской и Острожских, расположенные вблизи жилой застройки. На участке реки, где сохранена проточность (от ул. Железнодорожной до устья реки) наблюдается увеличение общей минерализации с 228,2 до 344,9 мг/дм<sup>3</sup> (в 1,5 раза).

Превышения ПДК азота нитритного (до 6 ПДК) и азота аммонийного (до 5 ПДК) отмечались в воде реки в нижнем течении выше и ниже выпуска очистных сооружений для поверхностных сточных вод. В апреле 2020 г. превышения ПДК фосфора фосфатного в 1,1 – 4,6 раза отмечались практически на всем протяжении реки.

Содержание хлоридов в воде (один из индикаторов уровня антропогенной нагрузки) также было максимальным в апреле 2020 г. и составляло 56,7 – 66,7 мг/дм<sup>3</sup>.

В осенние периоды 2017 и 2018 годов для водотока был характерен зональный гидрокарбонатный кальциево-магниевый или магниевый тип вод. Исключение составил остаточный водоем в границах

улиц М. Горьцкого, Рафиева, Михалово и Колхозной, где тип вод был азональным хлоридно-гидрокарбонатным магниево-натриево-кальциевым. В сентябре 2018 г. азональный хлоридно-гидрокарбонатный магниево-натриево-кальциевый тип вод фиксировался на участке реки ниже выпуска очистных сооружений поверхностных сточных вод. В целом на протяжении всего периода наблюдений на данном участке заметно устойчивое нарушение соотношения ионов в сторону увеличения доли хлоридов (до 31 %-экв) и натрия (до 35 %-экв). Высокое содержание в воде водных объектов хлоридов и натрия в период отсутствия поверхностного стока талых снеговых вод может свидетельствовать о трансформации подземных вод на территории города за счет применения в зимний период противогололедных солевых смесей.

Если рассматривать усредненные за период наблюдения величины ассимиляционного потенциала реки от верховьев до устья, рассчитанного согласно [5], то можно выделить следующие тенденции (рисунок 2):

- более высокий балл ассимиляционного потенциала (8 – 9), но не превышающий границу 10 баллов, присущ остаточным водоемам с нарушенной проточностью в верховьях реки (Мыш01/03);

- в среднем течении, где проточность лучше и пойма представлена резервными озелененными территориями, балл ассимиляционного потенциала ниже и составляет 5 – 8, что свидетельствует о способности водотока справляться с гидрохимической нагрузкой (Мыш04/05/06/07);

- в устье на участке выше и ниже выпуска очистных сооружений поверхностных сточных вод, река не справляется с антропогенной нагрузкой, здесь фиксируется превышение ассимиляционного потенциала, он составляет 11 – 12 баллов (Мыш08/09).

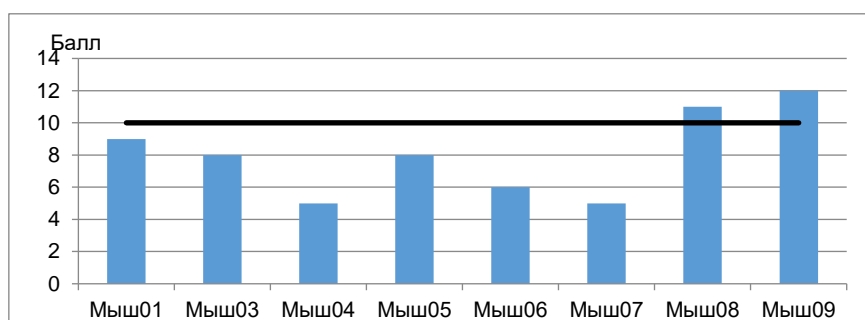


Рисунок 2 – Ассимиляционный потенциал реки Мышки (среднее за 2017–2020 гг.)

Для кадмия, свинца, меди и никеля превышения ПДК в воде обследованных участков реки Мышки не выявлены. В то же время, на всем протяжении вода реки характеризуется повышенным содержанием марганца. Превышения над фоновым содержанием (ПДК) составили 3,5 – 15,1 раза. Следует отметить, что концентрации марганца выше ПДК часто фиксируются в воде водоемов и водотоков, а также в подземных водах Беларуси, что в большинстве случаев обусловлено природными условиями.

Об антропогенной нагрузке, превышающей ассимиляционную способность водотока, свидетельствуют концентрации цинка в воде реки в нижнем течении выше (в 1,7 раза выше фонового содержания/ПДК) и ниже (в 2,8 раза выше фонового содержания/ПДК) выпуска очистных сооружений поверхностных сточных вод. На загрязнение воды в реке за счет поверхностного стока с территории города указывает и рост в 3,2 раза содержания меди вниз по течению реки с 1,12 мкг/дм<sup>3</sup> (верховья) до 3,61 мкг/дм<sup>3</sup> (устье). В целом, в нижнем течении вода реки содержит тяжелые металлы в больших концентрациях по сравнению с верховьем, такая же тенденция характерна и для донных отложений.

Поэлементный анализ содержания изучаемых тяжелых металлов показал, что донные отложения повсеместно загрязнены кадмием и цинком, загрязнение никелем и марганцем ни на одном из участков водотоков не выявлено.

По среднему и максимальному содержанию нефтепродуктов донные отложения характеризуются, соответственно, высокой и очень высокой степенью загрязнения.

Оценка содержания тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях р. Мышки, отобранных выше и ниже выпуска дождевого коллектора «Запад», показала, что ниже выпуска наблюдается увеличение концентрации всех исследованных веществ, при этом для марганца различия составляют 1,4 раза, цинка – 2,7, меди – 4,1, нефтепродуктов – 4,6 раза, для остальных элементов различия незначительные.

Кроме того, на данных участках в донных отложениях сформировались полиэлементные аномалии из нефтепродуктов, кадмия, свинца, меди и цинка.

Так, в донных отложениях в точке Мыш08 аномалия из ассоциации элементов образует следующий ряд (по коэффициентам концентрации, рассчитанным по отношению к ПДК (ОДК)):  $НП_{16,0} - Cd_{6,7} - Zn_{2,2} - Cu_{1,4} - Pb_{1,0}$ . Расчет суммарного коэффициента загрязнения  $Z_c$ , равного 23,3, позволяет отнести донные отложения данного отрезка р. Мышки к категории высокой степени загрязнения. В точке Мыш09 аномалия имеет следующий геохимический ряд:  $НП_{72,9} - Cd_{7,7} - Zn_{5,9} - Cu_{5,5} - Pb_{1,1}$ . По коэффициенту загрязнения  $Z_c$ , который равен 89,1, донные отложения здесь имеют очень высокую степень загрязнения.

**Выводы.** Несмотря на значительную антропогенную трансформацию долины р. Мышки, данный водоток в современных условиях сохраняет высокий потенциал для выполнения экосистемных функций в качестве гидроэкологического коридора II порядка. В более благоприятном состоянии находится участок реки в среднем течении, где проточность лучше выражена и пойма представлена резервными озелененными территориями в состоянии, близком к естественному. Менее благоприятное состояние присуще остаточным водоемам с нарушенной проточностью в верховьях реки, расположенным в непосредственной близости к участкам застройки.

Наибольшую нагрузку река испытывает в устье на участке выше и ниже выпуска очистных сооружений поверхностных сточных вод. На данном участке река не справляется с антропогенной нагрузкой, ассимиляционный потенциал составляет 11–12 баллов. Кроме этого, на данном участке в донных отложениях сформировались полиэлементные аномалии из нефтепродуктов, кадмия, свинца, меди и цинка.

*Исследования выполнены при поддержке БРФФИ № X19-012*

### **Библиографические ссылки**

1. Ahern, J.F. Greenways as Strategic Landscape Planning: Theory and Application / J.F. Ahern // Wageningen University. – Wageningen, 2002. – 156 pp.
2. Fabos, J. Greenways as a Planning Strategy / J. Fabos, J. Ahern // Greenways: the Beginning of an International Movement. Elsevier. Amsterdam, 1995. – P. 131–155.
3. Рекомендации по совершенствованию территориальной организации Белорусской ССР. Архитектурно-планировочная организация водно-зеленых систем и рекреационных территорий в городских поселениях Белорусской ССР / Г.А.Потаев [и др.]. Минск: БелНИИПградостроительства, 1987
4. Approaches for an assessment of the importance of landscape-recreational territories for the allocation of natural frameworks in cities / V. Khomich [et al.] // Practical Geography and XXI Century Challenges: The 2018 IGU Thematic Conference dedicated to the centennial of the Institute of Geography of Russian Academy of Sciences: Conference Book, June 2018, Moscow: In 2 Parts. Part 1. – P. 476.
5. Овчарова, Е.П. Геоэкологические критерии для целей реабилитации водных объектов на урбанизированных территориях / Е.П. Овчарова, О.В. Кадацкая // Природопользование: сборник научных трудов / Национальная академия наук Беларуси, Ин-т природопользования; редкол. А. К. Карабанов и др. Вып. 26. Минск, 2014. – С. 25–30.