

Библиографические ссылки

1. Беларуская савецкая энцыклапедыя : В 12 т. Мінск : Гал. рэд. Беларус. савец. энцыклапедыі, 1969. Т. 1.
2. Белорусская Советская Социалистическая Республика. Мінск : Гл. ред. Белорус. совет. энцыклапедыі, 1978.
3. Водохранилища Белоруссии: природные особенности и взаимодействие с окружающей средой / Под ред. В. М. Широкова. Минск : Университетское, 1991. С. 9–14.
4. Матарзин Ю. М., Богословский Б. Б., Мацкевич И. К. Специфика водохранилищ и их морфометрия. Пермь : Изд-во Пермского ун-та, 1977.
5. Природа Белоруссии : Популяр. энциклопедия. Минск : БелСЭ, 1986.
6. Кабушева Т. С. Современное состояние растительности Осиповичского водохранилища // Вестн. БГУ. Сер. 2. Химия. Биология. География. 2011. № 1. С. 99–102.

УДК 504.4.054(476)

МАЛЫЕ ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ г. МИНСКА: ГИДРОХИМИЧЕСКАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ И ЭКОЛОГО-РЕКРЕАЦИОННАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Е. П. Овчарова, Е. В. Санец, Г. М. Бокая

Институт природопользования НАН Беларуси,

ул. Ф. Скорины 10, 220114 Минск, Республика Беларусь; geosystem1@rambler.ru

Рассматривается современное состояние малых городских водных объектов на примере г. Минска. Приведены данные по их генетическим признакам, особенностям истории развития, функциональному назначению, гидрологическим, гидроморфологическим и гидрохимическим характеристикам, а также степени их антропогенной нарушенности. Дана оценка условий функционирования и эколого-рекреационной значимости малых городских водных объектов на урбанизированной территории.

Ключевые слова: малые городские водные объекты; гидрохимическая трансформация; ассимиляционный потенциал; эколого-рекреационная значимость.

Гидрографическая сеть современного города подвергается сильной трансформации, что обуславливает её высокое разнообразие. В результате застройки и освоения территории сокращается площадь водосборов и уменьшается длина рек, дренирующих территорию города, формируются техногенные водосборы дождевых коллекторов, реки забираются в коллекторы и пересыхают. Эксплуатация водозаборов подземных вод для нужд города способствует исчезновению малых рек. Кроме того, малые городские водные объекты (МГВО) и водноболотные комплексы зачастую просто уничтожаются в ходе строительства необходимых для города объектов. С другой стороны, в городах создаются искусственные водные объекты с определённым целевым назначением. В то же время в черту расширяющегося города попадают обводненные карьеры, оставшиеся после разработки строительных материалов или добычи торфа, а также копани близлежащих деревень. Увеличивается и уровень антропогенной нагрузки за счёт рекреации.

Все эти факты осложняют устойчивое функционирование водных объектов на городской территории.

Как правило, генезис водного объекта и его величина определяют его развитие и функционирование. На городской территории водным объектам естественного происхождения (реки, ручьи, остаточные водоёмы на месте высохших русел рек, болотные и старичные водоёмы) легче справляться с антропогенной нагрузкой, т. к. у них в большей или меньшей степе-

ни сохранены их природные функции. Искусственным водным объектам (особенно малым) для устойчивого функционирования нужна так называемая «техническая» поддержка.

В целом малые городские водные объекты на территории г. Минска с учётом специфики их формирования представлены:

- малыми водотоками (например, рр. Мышка и Лошица);
- водохранилищами, созданными на малых водотоках (например, вдхр. Лошица);
- фрагментарными прудами, образовавшимися из-за пересыхания верховий малых водотоков (например, пруды в верховьях рр. Лошицы (парк Павлова) и Мышки);
- прудами-копанями в заболоченных верховьях исчезнувших рек (например, небольшие пруды в районе МКАД и ул. Шугаева в верховьях уже несуществующего притока р. Слепни);
- декоративными прудами возле подземных источников питьевой воды (питьевых фонтанов) (например, пруды в Минске в сквере по ул. Волоха, на пр. Победителей, 82, в парке им. 60-летия Октября, на пересечении улиц Лещинского и Матусевича и т. д.);
- техническими прудами, с течением времени попавшими в городскую черту и стихийно используемыми населением в рекреационных целях (например, пруд Тепличный возле КПУП «Минскзеленстрой» или карьерный водоём у лесопарка Медвежино и др.);
- технологическими водоёмами, целенаправленно созданными для выполнения определённых хозяйственных функций: пруды-отстойники для отведения и отстаивания вод поверхностного стока с территорий индивидуальной и промышленной застройки (например, пруды на выпуске дождевых коллекторов Запад, Юго-Запад и Дrajня), пруды-усреднители для предварительной очистки речных вод, вод мелиоративных каналов, а также поверхностного стока с сельхозугодий путём их отстаивания и последующего сброса в водоприёмники;
- водоёмами, которые находятся в составе частично сохранившихся водно-болотных угодий, и в настоящее время могут иметь природоохранное направление использования (например, водоём в центре болота Шейпичи или водоём в центре остатка болота Сухарево границах улиц Рафиева и Есенина);
- природными и техническими рекреационными водными объектами, для которых ранее были проведены работы по благоустройству, однако, в настоящее время они нуждаются в очистке и реконструкции (например, пруды в Тучинском сквере в границах ул. Берута, Харьковской и Верещагина);
- неучтёнными водоёмами, которые не включены в какие-либо реестры, однако активно используются горожанами для целей рекреации (например, водоём на территории зоны общественной специализированной застройки по ул. Купревича).

Любой водный объект (природный или технический, обустроенный или заброшенный) на территории города, как правило, имеет высокий уровень привлекательности для горожан.

Так, согласно анализу данных, большую долю на территории Минска составляют искусственные МГВО – 52,7 %, на долю естественных МГВО приходится 29,1 %, искусственных, созданных на месте естественных – 14,6 %, естественных, возникших из-за гидрогеологических нарушений – 3,6 %.

Для изучения гидрохимического режима малых водных объектов на территории г. Минска в различные сезоны 2019–2020 гг. проведены натурные исследования, в ходе которых отобрано более 150 проб воды для определения содержания основных макрокомпонентов, биогенных веществ, цветности, перманганатной окисляемости, $Fe_{\text{общ}}$ и нефтепродуктов. Исследовано 52 малых городских водных объекта (рис.).

Гидрохимическая трансформация водных объектов оценивалась на основании рассчитанного ассимиляционного потенциала по первичным индикаторам (аммонийному, нитритному, нитратному N, фосфатному P и Cl), типу вод и содержанию нефтепродуктов [1].

В табл. 1 приведены шкалы для указанных первичных индикаторов по степени гидрохимической трансформации.



Рисунок – Карта-схема точек отбора проб воды малых водных объектов г. Минска

Таблица 1 – Шкала степени гидрохимической трансформации водных объектов, мг/дм³

Балл	Степень трансформации	Индикаторы				
		Аммонийный N	Нитритный N	Нитратный N	Фосфатный P	Сl
1	Слабая	<0,195	<0,012	<0,50	<0,033	<15,0
2	Средняя	0,196–0,390	0,013–0,024	0,51–1,00	0,034–0,066	15,1–30,0
3	Сильная	0,391–0,780	0,025–0,048	1,1–2,0	0,067–0,132	30,1–60
4	Очень сильная	>0,781	>0,049	>2,1	>0,133	>60,1

Как указывалось ранее, балл ассимиляционного потенциала позволяет оценить справляется ли водный объект с антропогенной нагрузкой (в том числе биогенной), тип вод (зональный или а зональный) может характеризовать как уровень нагрузки (главным образом за счёт поверхностного стока), так и свидетельствовать о долговременном нарушении гидрохимического режима, как и содержание нефтепродуктов в воде.

Так, например, если трансформирован гидрохимический состав (тип вод отличается от зонального гидрокарбонатного кальциевого или кальциево-магниевого), но балл ассимиляционного потенциала не превышает 10, это может свидетельствовать о загрязнении подземных вод на территории расположения водного объекта, а если фиксируется наличие нефтепродуктов, то и о поступлении поверхностного стока с прилегающей территории в водный объект.

Если фиксируется гидрохимическая трансформация (азональный тип вод), превышение ассимиляционного потенциала и содержание нефтепродуктов выше ПДК, это свидетельствует о сильных нарушениях функционирования водного объекта, в том числе и за счёт загрязнённого поверхностного стока.

Таблица 2 – Показатели состояния и эколого-рекреационной значимости МГВО г. Минска

Код водного объекта	Состояние водного объекта				Рекреационная значимость	Природно-экологические функции, класс
	Балл ассимиляционного потенциала	Наличие гидрохимической трансформации вод	Содержание нефтепродуктов	Суммарная оценка состояния		
Кач/В-01	9	Отсутствует	0,062*	Нарушено	Низкая	2
Кач/В-02	8	Трансформирован	0,040	Не нарушено	Средняя	2
Кач/В-03	11**	Трансформирован	0,095	Нарушено	Средняя	1
Кач/В-04	15	Трансформирован	0,006	Нарушено	Средняя	1
Кач03	9	Отсутствует	0,004	Не нарушено	Высокая	1
Лош/В-01	7	Отсутствует	0,084	Нарушено	Средняя	2
Лош/В-02	9	Трансформирован	2,096	Нарушено	Средняя	1
Лош03	9	Трансформирован	0,015	Не нарушено	Высокая	1
Лош04	10	Трансформирован	0,129	Нарушено	Низкая	1
Лош05	8	Трансформирован	0,067	Нарушено	Средняя	1
Лош07	19	Трансформирован	0,093	Нарушено	Средняя	1
Лош09	14	Трансформирован	0,130	Нарушено	Высокая	1
Лош11	16	Трансформирован	0,119	Нарушено	Средняя	1
Лош14	15	Трансформирован	0,122	Нарушено	Высокая	1
Мыш/В-01	11	Трансформирован	0,030	Нарушено	Средняя	2
Мыш/В-02	7	Трансформирован	0,010	Не нарушено	Средняя	2
Мыш/В-03	9	Трансформирован	0,014	Не нарушено	Средняя	2
Мыш/В-04	9	Отсутствует	0,053	Нарушено	Средняя	2
Мыш/В-05	10	Трансформирован	0,505	Нарушено	Средняя	1
Мыш/В-06	8	Трансформирован	0,185	Нарушено	Средняя	2
Мыш01	10	Отсутствует	2,520	Нарушено	Низкий	1
Мыш03	8	Трансформирован	0,014	Не нарушено	Низкий	1
Мыш05	10	Трансформирован	0,068	Нарушено	Низкий	1
Мыш08	13	Трансформирован	0,031	Нарушено	Средняя	1
Мыш09	15	Трансформирован	0,904	Нарушено	Средняя	1
Свис/В-01	10	Трансформирован	0,029	Нарушено	Средняя	1
Свис/В-04	11	Трансформирован	0,011	Нарушено	Средняя	2
Свис/В-05	10	Трансформирован	0,130	Нарушено	Средняя	2
Свис/В-08	8	Трансформирован	0,088	Нарушено	Средняя	1
Свис/В-09	11	Отсутствует	0,092	Нарушено	Средняя	2
Свис/В-10	13	Отсутствует	0,021	Нарушено	Средняя	1
Свис/В-11	10	Отсутствует	0,010	Нарушено	Средняя	2
Свис/В-12	9	Трансформирован	0,030	Не нарушено	Средняя	1
Свис/В-14	8	Трансформирован	0,072	Нарушено	Низкая	1
Свис/В-15	9	Отсутствует	0,021	Не нарушено	Высокая	2
Свис/В-16	10	Трансформирован	0,048	Нарушено	Низкая	2
Свис/В-17	9	Отсутствует	0,032	Не нарушено	Средняя	2
Свис/В-18	8	Отсутствует	0,057	Нарушено	Низкая	1
Свис/В-19	10	Отсутствует	0,034	Не нарушено	Средняя	2
Свис/В-20	9	Отсутствует	0,017	Не нарушено	Средняя	2
Свис/В-21	13	Трансформирован	0,064	Нарушено	Низкая	1
Свис/В-22	6	Отсутствует	0,029	Не нарушено	Средняя	2
Свис/ПС-02	11	Трансформирован	0,072	Нарушено	Низкая	2
СВС/В-02	12	Трансформирован	0,016	Нарушено	Средняя	1
СВС/В-03	7	Отсутствует	0,016	Не нарушено	Средняя	1
СВС/В-04	13	Трансформирован	0,018	Нарушено	Средняя	1
СВС/В-05	6	Отсутствует	0,034	Не нарушено	Средняя	2
СВС07	8	Отсутствует	0,049	Не нарушено	Высокая	1
Трост01	17	Трансформирован	0,019	Нарушено	Средняя	1
Трост02	14	Трансформирован	0,034	Нарушено	Высокая	2
Трост04	18	Трансформирован	0,033	Нарушено	Высокая	1
Цна01	14	Трансформирован	0,004	Нарушено	Высокий	1

* – Выделено превышение ПДК.

** – Выделено превышение ассимиляционного потенциала.

Если гидрохимический состав не трансформирован и нет нефтепродуктов, но при этом превышен ассимиляционный потенциал, это свидетельствует о нарушении режима биогенных веществ, что может быть характерно для болотных и старичных водоёмов.

Оценка эколого-рекреационной значимости малых городских водных объектов проведена с использованием, разработанного ранее методического подхода с учётом 3-х основных групп признаков: рекреационной значимости; состояния водного объекта; природно-экологических функций [2].

Для оценки рекреационной значимости водных объектов предлагается бальная шкала, в основу которой положена классификация рекреационной значимости, включающая 7 позиций – от полностью утраченного водного объекта, восстановление которого невозможно (0 баллов), до исторически ценного водного объекта (6 баллов), с учётом имеющейся инфраструктуры и удалённости от аналогичных рекреационных объектов балл может быть повышен до 9. Окончательная шкала оценки рекреационной значимости выглядит следующим образом: 2–3 балла – низкая значимость, 4–6 баллов – средняя, 7–9 баллов – высокая.

Значимость водного объекта с точки зрения выполняемых им природно-экологических функций предлагается оценивать на основании того, насколько данный водный объект определяет целостность и неразрывность экосистемы, обеспечивающую миграцию, распространение видов и устойчивость экосистемы, или, другими словами, по расположению водного объекта в биокоридоре:

- 1-й класс – водные объекты, расположенные в биокоридоре;
- 2-й класс – водные объекты, расположенные вне биокоридора.

Основные показатели состояния и эколого-рекреационной значимости МГВО г. Минска приведены в табл. 2.

В настоящее время 2/3 МГВО Минска – это в разной степени искусственные водные объекты, устойчивое функционирование которых обусловлено, главным образом, проведением на должном уровне инженерно-технических, гидротехнических и природоохранных мероприятий. В целом гидрохимический режим МГВО Минска относительно стабилен во времени и обусловлен, главным образом, уровнем антропогенной нагрузки и сложившимися природно-антропогенными условиями.

Анализ данных химического состава проб воды показал, что для 21,5 % проб выявлено превышение предельно допустимой концентрации нефтепродуктов в 1,1–5,4 раза. Установлено, что из 52 исследованных МГВО г. Минска в нарушенном состоянии находятся 37, в ненарушенном – 15; по выполнению природно-экологических функций к 1 классу отнесено 30, ко 2 классу – 22 МГВО. 64 % МГВО имеют средний уровень рекреационной значимости, 19 – низкий и 17 % – высокий уровень рекреационной значимости.

Финансирование. Работа выполнена при поддержке Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований (договор № Х19-012 «Геоэкологическая оценка малых городских водных объектов для целей оптимизации градостроительного планирования»).

Библиографические ссылки

1. Овчарова Е.П., Кадацкая О. В. Геоэкологические критерии для целей реабилитации водных объектов на урбанизированных территориях // Природопользование. 2014. Вып. 26. С. 25–30.
2. Санец Е. В., Кадацкая О. В., Овчарова Е. П. Методические подходы к оценке эколого-рекреационной значимости водных объектов в составе природного каркаса города // Акт. проблемы наук о Земле: использование природ. ресурсов и сохранение окружающей среды: сб. материалов Международ. науч.-практ. конф., Брест, 25–27 сент. 2017 г. : в 2 ч. Брест : БрГУ, 2017. Ч. 2. С. 135–137.