DOI:10.17308/978-5-9273-3693-7-2023-112-115

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ МАЛЫХ ГОРОДСКИХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ Г. МИНСКА К АНТРОПОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЯМ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ ГРАДОСТРОИТЕЛЬНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ

ASSESSMENT OF THE SMALL URBAN WATER BODIES RESISTANCE TO ANTHROPOGENIC LOADS IN THE MINSK CITY FOR THE PURPOSE OF URBAN PLANNING OPTIMIZATION

Овчарова Е.П., Санец Е.В., Бокая Г.М.
Aucharova A.P., Sanets E.V., Bokaja G.M.

e-mail: geosystem1@rambler.ru
Институт природопользования Национальной академии наук Беларуси, Минск, Беларусь
Institute for Nature Management NAS of Belarus, Minsk, Belarus

Аннотация. *Для 59 малых городских водных объектов г. Минска проведена оценка устойчивости к антропогенным воздействиям с учетом таких показателей как: площадь поверхности, максимальная глубина, условия проточности, концентрация азота аммонийного, изменчивость общей минерализации и ассимиляционный потенциал. Показано, что 62,7 % МГВО находятся в устойчивом и относительно устойчивом состоянии, 23,7 % – в неустойчивом состоянии и 13,6 % – в нарушенном состоянии.*

Abstract. *The assessment of resistance for 59 small urban water bodies in Minsk to anthropogenic loads taking into account such indicators as surface area, maximum depth, flow conditions, ammonium nitrogen concentration, variability of total mineralization and assimilation capacity was carried out. It's shown that 62.7% of the SUWB are in a stable and relatively stable state, 23.7% are in an unstable state, and 13.6% are in a disturbed state.*

Ключевые слова: *малый городской водный объект, антропогенная нагрузка, ассимиляционный потенциал, устойчивость*
Keywords: *small urban water body, anthropogenic load, assimilation capacity, resistance*

Как правило, когда речь идет об устойчивости водных объектов, имеют ввиду способность водных экосистем сохранять свои свойства при внешних и внутренних нагрузках. При этом устойчивость водных экосистем озер, прудов и т.д. отличается от этих же показателей для рек и проточных водоемов. Так, для водоемов показателем их устойчивости может служить то, насколько они способны сохранять свое первоначальное состояние или же плавно, без резких качественных скачков переходить в новое состояние, при этом сохраняя все внутренние связи. В случае же с водотоками решающим фактором оказывается способность системы к восстановлению после многократного внешнего воздействия.

В рамках данного исследования (на примере г. Минска) рассмотрены механизмы устойчивости для абиотической компоненты водных экосистем малых городских водных объектов (МГВО). Отнесение водного объекта к тому или иному классу устойчивости осуществлялось по совокупности показателей: площади поверхности, максимальной глубине, условиям проточности, концентрации азота аммонийного, изменчивости общей минерализации (использована классификация Е.А. Примак [2]) и ассимиляционному потенциалу (с помощью бальных шкал для азота аммонийного, нитритного и нитратного, фосфора фосфатного и хлоридов, разработанных ранее авторами статьи [1]. Если ассимиляционный потенциал суммарно превышает 10 баллов, можно говорить о воздействии урбанизированной территории на водный объект, приводящем к его загрязнению и нарушению устойчивости МГВО.

Всего обследовано 59 МГВО в пределах существующей границы г. Минска. Из них 4 в бассейне р. Качинки, 13 – р. Лошицы, 14 – р. Мышки, 14 – р. Свислочи, 11 – Слепянской водной системы, 2 – р. Тростянки, 1 – р. Цны. Картосхема их пространственного распределения по территории г. Минска приведена на рисунке. Из 59 МГВО в их современном состоянии к водоемам отнесены 42 объекта (из которых 11 являются остаточными), к участкам водотока – 17 (река Лошица (5 участков), река Мышка (3), река Тростянка (1), река Цна (1), Слепянская водная система (6 участков), 1 канал в водосборе р. Свислочи). Большую долю на территории Минска составляют искусственные МГВО – 40,7 % (24 шт.), на долю естественных МГВО приходится 35,6 % (21 шт.), искусственных, созданных на месте естественных – 20,3 % (12 шт.), естественных, возникших из-за гидрогеологических нарушений – 3,4 % (2 шт.).

На территории города больше всего водоемов-копаней (14), затем следуют остаточные водоемы в руслах рек (12), участки рек (10), участки водных систем и каналы (7), карьерные водоемы (6), водохранилища (3), старичные водоемы (3) и т.д.

Согласно типизации МГВО Минска по гидрологическим и гидроморфологическим характеристикам водоемы распределены следующим образом: 18 непроточных МГВО (5 из которых имеют подпитку из водопровода); 22 проточных (6 из которых имеют подпитку из водохранилищ); 10 условно проточных; 3 условно сточных; 3 сточных (1 из которых имеет подпитку из водопровода); 1 приточный; 2 зоны гидрологических нарушений.

У 28 из 42 водоемов площадь составила менее 1 га (или 66,7 % водоемов) и у 13 водоемов она не превышала 5 га (или 31,0 %). Выше 5 га только площадь вдхр Лошица. Основное функциональное назначение большинства МГВО рекреационное и декоративное, так как сами водоемы и водотоки с их прибрежными зонами были и остаются важными объектами для рекреации и рыбной ловли и имеют зачастую высокий видеоэкологический потенциал.

Рис. Расположение МГВО на территории г. Минска

Данные оценки устойчивости МГВО г. Минска по указанным показателям приведены в таблице.

Как показал анализ данных, МГВО г. Минска по своим морфометрическим показателям (площадь поверхности и максимальная глубина) обладают минимальной устойчивостью к изменению параметров естественного режима и относятся к V классу устойчивости. Наиболее благоприятная ситуация складывается по показателю проточности: 64,4 % МГВО г. Минска имеют устойчивость среднюю (III класс) и выше средней (II класс), 35,6 % – ниже средней (IV класс). По содержанию азота аммонийного только 13,6 % МГВО г. Минска имеют среднюю устойчивость (III класс) и 86,4 % – ниже средней (IV класс) и минимальную (V класс).

Исходя из изложенного, МГВО г. Минска по своим параметрам потенциально обладают низкой устойчивостью к антропогенному воздействию и для устойчивого функционирования (хотя бы в трансформированном относительно природного состоянии) требуют проведения различных поддерживающих инженерных мероприятий.

Как указано ранее, в природных условиях минимальное изменение гидрохимических параметров водного объекта в течение времени свидетельствует о высоком классе устойчивости к антропогенным воздействиям. Для городской территории все не так однозначно. Минимальная вариабельность величины минерализации (до 15 %) может быть характерна и для водоема, справляющегося с определенным уровнем антропогенной нагрузки (например, водоем в парке Тивали), и для нарушенных водных объектов, чей природный химический состав нивелируется за счет поступления большого объема поверхностных сточных вод (например, участки рек Лошицы и Мышки) ниже выпуска очистных сооружений дождевых коллекторов «Запад» и «Юго-Запад»). Поэтому судить об устойчивости водного объекта только по изменчивости общей минерализации некорректно и следует обязательно учитывать балл ассимиляционного потенциала, так как у нарушенного водного объекта минерализация воды будет варьировать в минимальных пределах.

Так, для МГВО можно выделить следующие категории:

1. Устойчивое состояние (изменчивость минерализации менее 15 % и значение ассимиляционного потенциала менее 10 баллов);

2а. Относительно устойчивое состояние (изменчивость минерализации 15–25 % и значение ассимиляционного потенциала менее 10 баллов);

2б. Относительно устойчивое состояние (изменчивость минерализации более 25 % и значение ассимиляционного потенциала менее 10 баллов);

3. Неустойчивое состояние (изменчивость минерализации более 25 % и значение ассимиляционного потенциала периодически более 10 баллов);

4а. Нарушенное состояние (изменчивость минерализации менее 15 % и значение ассимиляционного потенциала постоянно более 10 баллов);

4б. Нарушенное состояние (изменчивость минерализации более 25 % и значение ассимиляционного потенциала постоянно превышает 10 баллов).

Анализ данных по такому показателю, как изменчивость общей минерализации с учетом балла ассимиляционного потенциала, показал, что 62,7 % МГВО г. Минска можно считать находящимися в

устойчивом (категория 1) и относительно устойчивом (категории 2а и 2б) состоянии, 23,7 % – в неустойчивом состоянии (категория 3), 13,6 % – в нарушенном состоянии (категории 4а и 4б). Наряду с водными объектами в нарушенном состоянии, особое внимание следует обратить на МГВО г. Минска, которые находятся в неустойчивом состоянии (близком к нарушенному). Такие водные объекты находятся в пограничном состоянии и при неблагоприятных условиях (поступление загрязненного поверхностного стока, засушливые летние периоды, уменьшение проточности и т.д.) переходят в нарушенное состояние.

Таблица. Показатели для оценки устойчивости МГВО Минска

№ п/п	Код	Место расположения	Класс устойчивости			Изменчивость общей минерализации, %	Ассимиляционный потенциал, балл	Категория устойчивости
			по площади и глубине	по проточности	по концентрации азота аммонийного			
1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	Кач/В-01	Водоем в парке в границах улиц Притыцкого, Вышелесского и Брикета	V	IV	IV	26	6–9	2а
2	Кач/В-02	Водоем в сквере по ул. Одинцово	V	IV	IV	33	7–8	2б
3	Кач/В-03	Водоем (остаточный) в парке Дививелка	V	IV	IV	22	7–11	3
4	Кач/В-04	Водоем в сквере Семейном	V	III	IV	3	7–15	1
5	Лош/В-01	Водоем в парке Курасовщина, в 60 м от юго-восточной оконечности Лошицкого вдхр, в 70 м от переулка Корженевского	V	IV	IV	6	5–7	1
6	Лош/В-02	Водоем в пойме (правый берег) р. Лошицы, зеленая зона между улицами Брестской и Фомина, в 85 м от дамбы Лошицкого вдхр	V	III	V	71	9–11	3
7	Лош03	Водоем (остаточный) в парке Павлова в границах улиц Космонавтов, Белецкого, Любимова и пр-та Дзержинского	V	II	IV	14–37	7–9	2б
8	Лош04	Водоемы (остаточные) между улицами Е. Гидройца и Чюрлениса	V	II	III	18–52	6–10	3
9	Лош05	Водоем (остаточный) в Студенческом парке по ул. Каролинской	V	II	IV	30–65	7–8	2б
10	Лош06	р. Лошица, выше впадения коллектора «Запад»	V	II	IV	–	7	2б
11	Лош07	р. Лошица, ниже впадения коллектора «Запад» и р. Мышки	V	II	III	9–10	11–19	4а
12	Лош08	Водоем, Лошицкое вдхр (верхний плес)	V	II	III	67–70	8–17	3
13	Лош09	Водоем, Лошицкое вдхр (нижний плес)	V	II	III	39–105	6–14	3
14	Лош10	р. Лошица, ниже Лошицкого вдхр	V	II	III	17–80	7–15	3
15	Лош11	р. Лошица, между ул. Лейтенанта Кижеватова и железной дорогой к Ю от аэропорта Минск-1	V	II	IV	53	9–16	3
16	Лош12	р. Лошица, между железной дорогой и ул. Маяковского	V	II	IV	41	6–10	3
17	Лош14	Водоем в Лошицком парке	V	II	IV	18–100	6–15	3
18	Мыш/В-01	Водоем в сквере по ул. Е. Полоцкой возле КПУП «Минскзеленстрой»	V	IV	IV	50	7–11	3
19	Мыш/В-02	Водоем в Тучинском сквере в границах улиц Берута, Харьковской и Верещагина	V	IV	IV	15	6–7	2а
20	Мыш/В-03	Водоем в сквере в границах улиц Волоха и Куприянова	V	IV	IV	23	7–9	2а
21	Мыш/В-04	Водоем у гипермаркета Гиппо по ул. М. Горецкого, 200 м к западу от ул. Русановича	V	IV	V	20–134	5–9	2б
22	Мыш/В-05	Водоем в границах улиц Рафиева и Есенина	V	IV	III	43	10–12	4б
23	Мыш/В-06	Водоем между улицами Маршала Лосика и Рафиева	V	IV	V	20	8	2а
24	Мыш01	Водоем (остаточный) в границах улиц М. Горецкого, Рафиева, Михалово и Колхозной	V	II	IV	17	7–10	2а
25	Мыш03	Водоемы (остаточные) между улицами Михайловской и Острожских	V	II	IV	32	7–8	2б
26	Мыш04	Водоемы (остаточные) у ул. Я. Брыля	V	II	IV	–	5	2б
27	Мыш05	Водоемы (остаточные) вдоль ул. Алибегова	V	II	IV	13–17	7–10	2а

1	2	3	4	5	6	7	8	9
28	Мыш06	Водоемы (остаточные) между пр-м Дзержинского и ул. Железнодорожной	V	II	IV	–	6	2б
29	Мыш07	р. Мышка, вдоль ул. Семашко	V	II	IV	–	5	2б
30	Мыш08	р. Мышка, выше впадения коллектора «Запад»	V	II	IV	5–52	13	4б
31	Мыш09	р. Мышка, ниже впадения коллектора «Запад»	V	II	IV	5–15	10–15	4а
32	Свис/В-04	Водоем между улицами Ржавецкой и Камайской (малый)	V	IV	IV	21	8–11	2а
33	Свис/В-05	Водоем между улицами Ржавецкой и Камайской (большой)	V	IV	IV	12	7–10	2а
34	Свис/В-08	Водоем в парке «Тивали» в границах улиц Притыцкого, Петра Глебки и Матусевича	V	IV	IV	5	5–8	1
35	Свис/В-09	Водоем в парк 60 лет Октября в границах улиц Данилы Сердича, Матусевича, Ольшевского и Жудро	V	IV	V	59	7–11	3
36	Свис/В-10	Водоем к северу северо-западу от ул. Шейпичи, в пойме р. Свислочи, левый берег	V	II	IV	18	8–13	2а
37	Свис/В-11-12	Водоем на болоте Шейпичи, напротив ул. Якубова, в пойме р. Свислочи, левый берег	V	III	IV	4–53	6–13	3
38	Свис/В-14	Водоем в пойме р. Свислочи, левый берег, параллельно ул. Свислочской, напротив адреса ул. Машиностроителей, 7	V	III	IV	1–15	6–8	2а
39	Свис/В-15	Водоем в парке Горького	V	III	IV	3–22	6–9	2а
40	Свис/В-16	Водоем в сквере по ул. Вязынской	V	IV	IV	24	10	2а
41	Свис/В-17	Водоем в сквере по ул. Матусевича	V	IV	IV	25	9	2а
42	Свис/В-18	Водоем в парке ниже вдхр Дрозды у ЮВ угла излучины р. Свислочи	V	IV	IV	9–26	6–8	2а
43	Свис/В-19-20	Водоток, канал в Парке Горького	V	II	IV	5–26	7–10	2а
44	Свис/В-21	Водоем между ул. Голодеда и МКАД	V	III	IV	15	11–13	4а
45	Свис/В-22	Водоем возле храма на пр-те Победителей	V	II	V	10	6	1
46	СВС/В-02	Водоем в сквере в границах улиц Гинтовта, Шафарнянской и Городецкой	V	II	IV	43	11–12	4б
47	СВС/В-03	Водоем в сквере в границах улиц Городецкой, Шафарнянской, пр-та Независимости и МКАД	V	II	IV	37	7–8	2б
48	СВС/В-04	Водоем по ул. Шугаева, напротив СШ 177	V	IV	IV	47	9–13	3
49	СВС/В-05	Водоем по ул. Купревича	V	IV	IV	15	5–6	1
50	СВС/В-06	Водоем в Центральном ботаническом саду	V	IV	IV	20	9	2а
51	СВС02	Слепянская водная система, вдоль ул. Седых	V	II	IV	10–22	6–7	2а
52	СВС03	Слепянская водная система, ниже уд. Ф. Скорины	V	II	V	6–18	6	2а
53	СВС04	Слепянская водная система, вдоль пер. Козлова	V	II	IV	10	6	2а
54	СВС05	Слепянская водная система, между ул. Смоленской и железной дорогой	V	II	IV	3	6	2а
55	СВС06	Слепянская водная система, выше ул. Плеханова	V	II	IV	4	6	2а
56	СВС07	Слепянская водная система, между улицами Плеханова и Малинина	V	II	V	4–29	6–8	2а
57	Трост01	р. Тростянка, выше ул. Ельницкой	V	II	III	–	17	4б
58	Трост02	Водоем по ул. Детдомовской (разлив р. Тростянки)	V	IV	III	65	9–14	3
59	Цна01	р. Цна, устье	V	II	V	46–52	12–14	4б

Литература

1. Овчарова, Е.П. Оценка воздействий на водные объекты урбанизированных территорий / Е.П. Овчарова, Е.В. Санец, О.В. Кадацкая // Природопользование. – 2016. – Вып. 29. – С. 65–75.
2. Примак, Е.А. Интегральная оценка устойчивости и экологического благополучия водных объектов: автореф. дис. …канд. геогр. наук / Е.А. Примак. – Санкт-Петербург, 2009. – 24 с.