



УДК 574.1

Поступила в редакцию 16.09.2024

Received 16.09.2024

О. Д. Апсолихова, Т. И. Попиначенко, В. Д. Сенникова, В. И. Лishko*Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси,
Минск, Республика Беларусь*

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЗЕЛЬВЯНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ БИОМОНИТОРИНГА

Аннотация. Проведен биомониторинг состояния экосистемы Зельвянского водохранилища. Исследован гидрохимический режим, состав и степень развития сообществ гидробионтов. Определены степень зарастания водоема, видовая структура и количественное развитие фито-, зоопланктона и зообентоса, подтвержден эвтрофный тип водоема. Установлено, что за тридцатилетний период продукция зоопланктона уменьшилась практически в два раза под влиянием рыб-планктофагов, численность и биомасса зообентоса увеличилась более чем в три раза за счет моллюсков, гидрохимический режим водоема не претерпел существенного изменения.

Ключевые слова: водохранилище, гидрохимия, макрофиты, фитопланктон, зоопланктон, зообентос

**Olga D. Apsolikhova, Taisia I. Popinachenko,
Violetta D. Sennikova, Vladislav I. Lishko**

*Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus,
Minsk, Republic of Belarus*

ASSESSMENT OF THE CURRENT STATE OF THE ECOSYSTEM ZELVYANSKY RESERVOIR ACCORDING TO THE RESULTS OF BIOMONITORING

Abstract. Biomonitoring of the state of the ecosystem of the Zelvyansky reservoir was carried out. The hydrochemical regime, composition and degree of development of aquatic communities. The degree of overgrowth of the reservoir, the species structure and quantitative development of phyto-, zooplankton and zoobenthos were determined, and the eutrophic type of the reservoir was confirmed. It was established that over a thirty-year period, zooplankton production decreased almost twice under the influence of planktivorous fish, the



number and biomass of zoobenthos increased more than three times due to mollusks, and the hydrochemical regime of the reservoir did not undergo significant changes.

Keywords: reservoir, hydrochemistry, macrophytes, phytoplankton, zooplankton, zoobenthos

Введение. Экологически благоприятное состояние водохранилища является обязательным для обеспечения его эффективного функционирования. Любая водная экосистема, находясь в равновесии с факторами внешней среды, имеет сложную систему подвижных биологических связей, которые нарушаются под воздействием антропогенных факторов. Их влияние отражается на видовом составе водных сообществ и соотношении численности слагающих их видов. Рациональное использование водохранилища и сохранение биологических ресурсов, в том числе и рыбных, в условиях динамики естественных и антропогенных факторов невозможно без детального изучения качества водной экосистемы [1].

Зельвянское вдхр. расположено в Зельвенском районе Гродненской области, к югу от г. п. Зельва. Относится к типу речных, руслово-пойменных, чашей служит пойма р. Зельвянка. Котловина вытянута с северо-запада на юго-восток. Площадь водохранилища составляет 1136,6 га, соотношение площадей пелагиали и литорали 2:1. Максимальная глубина — 7,5 м, средняя — 2,6 м. Котловина водохранилища делится на три участка: нижний — приплотинный (имеет озерные черты), верхний (речной) и переходный (озерно-речной). Нижний участок охватывает акваторию от плотины до створа у дд. Коралино и Лавриновичи. Характеризуется преобладающими глубинами 3–4 м и более широкой акваторией. Прибрежные мелководья занимают небольшую площадь. Верхний участок водохранилища более мелководный (1–1,5 м в среднем), занимает акваторию выше створа дд. Ивашкевичи и Ростевичи. На всем его протяжении хорошо выражена русловая ложбина. Переходный участок занимает площадь между указанными створами [2].

Водохранилище введено в эксплуатацию в 1983 г. с целью аккумуляции воды весеннего половодья для увлажнения и орошения земель, регулирования стока р. Зельвянка, противопожарных и рекреационных нужд, а также для целей рыбозаведения. В настоящее время эксплуатируется как рекреационный водоем — на



берегах находятся турбаза, гостиничный комплекс, агроусадьбы, пляж, развито любительское рыболовство, проводятся чемпионаты Беларуси по ловле рыбы. Водохранилище включено в республиканский перечень рыболовных угодий, пригодных для ведения рыболовного хозяйства и может быть передано юридическим лицам в аренду для целей промыслового рыболовства и (или) организации платного любительского [3].

Комплексное исследование экосистемы Зельвянского вдхр. впервые проведено в 1996 г., водоем характеризовался как неглубокий эвтрофный, воды которого были отнесены к классу удовлетворительной чистоты [2].

Целью данной работы явилась оценка экосистемы Зельвянского вдхр. на современном этапе развития по результатам проведенного биомониторинга и сравнение результатов с предыдущими исследованиями.

Материалы и методы исследований. Исследования на водохранилище проведены в период с июля по ноябрь 2023 г. в рамках научно-исследовательской работы «Ихтиологическое исследование вдхр. Зельвянского с целью его восстановления и оздоровления среды обитания рыб и стабилизации ресурсов ихтиофауны».

Отбор проб осуществляли в верхнем бьефе водохранилища на трех участках, характеризующих основные экотопы:

- 1 — на нижнем участке, у дамбы в районе д. Бережки;
- 2 — на переходном участке, между д. Бережки и д. Лавриновичи;
- 3 — на верхнем участке, между дд. Каролин и Лавриновичи.

Сбор и обработку материала по характеристике качества среды и развитию основных групп гидробионтов осуществляли по стандартным методикам гидрохимических и гидробиологических исследований [4–8].

Видовой состав гидробионтов определяли по пособиям из серии «Фауна СССР» [9]. Определение сезонной продукции водных беспозвоночных проведено по средней биомассе и сезонным РВ-коэффициентам для эвтрофных озер Беларуси [10]. Отобраны и обработаны пробы на общий химический анализ и окисляемость воды, пробы зоопланктона и зообентоса, фитопланктона и макрофитной растительности.

Результаты исследований. Гидрохимический режим. Газовый режим водоема в летне-осенний период характеризуется полным



насыщением кислородом на нижнем и переходном участках (в среднем — 8,66–8,97 мг/л) и понижением содержания кислорода на верхнем участке до 60 % насыщения (5,62 мг/л). Однако невысокая прозрачность воды (от 0,5 до 1,0 м) свидетельствует о том, что в придонных слоях при штилевой погоде дефицит кислорода может также возникать на переходном и нижнем участках.

Реакция воды щелочная (рН составляет 8,1–8,4). Жесткость невысока, обусловлена в основном катионами кальция и магния, концентрация общего железа находится в пределах нормы (табл. 1).

Таблица 1. Показатели качества воды вдхр. Зельвянское в 1996 г и 2023 г.
Table 1. Water quality indicators of the Zelvenskoye reservoir in 1996 and 2023

Показатель	Единицы измерения	Пост. МПР и ООС №13 [12]	Данные 1996 г.	Данные 2023 г.		
				верхний участок	переходный участок	нижний участок
Прозрачность	м	0,75–1,0	0,5	1,0	0,5	0,5
Температура	°С	До 28	21,5	18,4	18,9	20,7
рН	ед.	6,5–8,5	8,3	8,1	8,4	8,2
Концентрация O ₂	мг/л	Более 6,0	7,27	5,62	8,66	8,97
Насыщение O ₂	%	Расчётно	78	60	93	100
Концентрация NH ₄ ⁺	мгN/л	До 0,39	1,45	0,90	0,88	0,71
Концентрация NO ₂ ⁻	- // -	До 0,05	0,013	0,015	0,011	0,014
Концентрация NO ₃ ⁻	- // -	До 0,024	0,22	0,63	0,60	0,58
Концентрация Р _{мин}	мгР/л	До 9,03	0,055	0,017	0,016	0,019
Жесткость общая	мг-экв./л	Не уст.	3,05	3,7	3,8	3,8
Концентрация Ca ²⁺	мг/л	Не норм.	44	52	56	56
Концентрация Mg ²⁺	-//-	Не норм.	10,9	12,0	12,2	12,2
Концентрация Fe _{общ}	- // -	До 0,195	0,05	0,18	0,20	0,18
Окисляемость перманганатная	мгО/л	До 15,0	11,5	12,95	12,57	12,19

На исследованных участках верхнего бьефа водохранилища колебания показателей качества воды незначительны. Наиболее низкий показатель азота аммонийного (ионы NH₄⁺) отмечен на нижнем участке водохранилища (0,71 мгN/л), наиболее высокий — на переходном (0,90 мгN/л), что свидетельствует о поступлении



некоторых дополнительных количеств минерального азота с водосбора. Содержание нитратного азота (NO_3^-) снижается от верхнего участка (0,63 мгN/л) к нижнему (0,58 мгN/л), а концентрация минеральных форм фосфора, ионов кальция и магния, жесткость воды возрастают.

Воду вдхр. Зельвянское по содержанию аммонийных форм азота следует характеризовать как «умеренно загрязненную», по содержанию нитрит- и нитрат-ионов — как «слабо загрязненную» [11]. Содержание минерального фосфора, ионов кальция и магния находится в пределах нормы (табл. 1). Величина перманганатной окисляемости составляет в среднем 12,57 мгО/л, что свидетельствует о накоплении органических веществ, и позволяет характеризовать воду как «умеренно загрязненную» по данному показателю [11].

Существенных изменений в большинстве показателей качества воды по сравнению с 1996 г. в водохранилище не отмечено (табл. 1) и по-прежнему по общепринятой гидробиологической классификации вода соответствует «достаточно чистой». Вода вдхр. Зельвянское по солевому составу за годы исследований не претерпела изменений и относится к гидрокарбонатно-кальциевому типу. Анализ гидрохимических показателей характеризует вдхр. Зельвянское как эвтрофное, «слабо»- и «умеренно загрязненное» [11].

Макрофиты. Зарастаемость вдхр. Зельвянское неравномерна и на разных участках отличается, что обусловлено глубиной и характером грунтов. Прибрежные участки мелководий до глубины 1 м зарастают жесткой надводной растительностью с образованием сплошной полосы зарастания, и лишь акватория у дамбы на нижнем участке водохранилища протяженностью около 3 км свободна от зарастания. Правобережье водохранилища имеет ширину зарастания 5–8 м, левобережье — 10–15 м с отдельными участками до 50–70 м. Акватория водоема от верхней части водохранилища до д. Новоселки практически полностью зарастает кувшинкой. Заросли тростника на данном участке достигают 30 % от площади акватории, в средней части — около 15 %, ближе к дамбе — не более 5–10 %. В целом, площадь зарастания вдхр. Зельвянское надводными макрофитами оценивается в среднем 20 %, погруженными и с плавающими листьями — около 35 %.



В ассоциациях надводных макрофитов доминирует тростник (от 40 до 85 %), встречаемость камыша, рогоза и осоки достигает 20 %, хвоща, гречиши земноводной и вербейника — около 4 % от общей. Практически по всему ложу водохранилища, выставленному грубодетритовыми и сапропелевыми илами, отмечено произрастание рдестов, кувшинки белой, кубышки желтой, элодеи. На переувлажненных участках прибрежной полосы отмечен стрелолист, из плавающих форм — ряска малая.

Фитопланктон. В исследованных пробах фитопланктона вхдр. Зельвянское выявлено 17 таксонов водорослей, относимых к 5 отделам, в том числе: зеленых — 5, сине-зеленых — 3, диатомовых — 6, пиропитовых — 2, эвгленовых — 1.

Основу количественных показателей фитопланктона вхдр. Зельвянское в период проведенных исследований формировали диатомовые водоросли как по численности, так и по биомассе (58,2 % от общей численности и 62,3 % от общей биомассы соответственно). Второй по значению группой являются зеленые водоросли. Их численность достигала 833,33 тыс. экз./л (29,9 %), биомасса — 1,95 мг/л (18,1 %). Численность сине-зеленых водорослей — 250 тыс. экз./л (9,0 %), биомасса — 0,81 мг/л (7,5 %). В составе цианобактерий (сине-зеленых водорослей) обнаружен потенциально токсичный вид *Microcystis aeruginosa*, численность которого на момент обследования оказалась не особенно велика. Численность пиропитовых и эвгленовых составила по 1,5 %, биомасса — 2,5 и 9,7 % от общей соответственно. В пространственном распределении минимальные показатели численности и биомассы фитопланктона отмечены на верхнем участке (250 тыс. экз./л и 0,51 мг/л), максимальные — на среднем участке водохранилища — 4875 тыс. экз./л и 22,05 мг/л, на нижнем участке численность фитопланктона составила 3250 тыс. экз./л, биомасса — 9,81 мг/л соответственно (табл. 2).

Общая численность фитопланктона вхдр. Зельвянское составила 2791,67 тыс. экз./л, биомасса — 10,79 мг/л, что характеризует водоем как эвтрофный со средней биологической продуктивностью [13].

В целом среди микроводорослей вхдр. Зельвянское преобладали α - β -мезосапробы, что дает основание характеризовать воды по развитию фитопланктона как «умеренно загрязненные» [13].



Таблица 2. Количественные показатели развития фитопланктона вхдр. Зельвянское в летний период наблюдений 2023 г.
Table 2. Quantitative indicators of phytoplankton development in the Zelyvnyanskye reservoir during the summer observation period of 2023

Отделы водорослей	Количество видов	Численность, тыс. экз./л				
		1*	2*	3*	суммарная средняя численность	%
Зеленые	5	—	1625	875	833,3	29,9
Сине-зеленые	3	—	375	375	250,0	9,0
Диатомовые	6	250	1250	3375	1625,0	58,2
Пиритовые	2	—	—	125	41,7	1,5
Эвгленовые	1	—	—	125	41,7	1,5
Итого	17	250	3250	4875	2791,7	100

Биомасса, мг/л					
1*	2*	3*	суммарная средняя биомасса	%	
—	3,26	2,6	1,95	18,1	
—	1,69	0,73	0,81	7,5	
0,51	4,86	14,79	6,72	62,3	
—	—	0,80	0,27	2,5	
—	—	3,13	1,04	9,7	
0,51	9,81	22,05	10,79	100	

Примечание. 1* — верхний; 2* — нижний; 3* — переходный участки водохранилища.

Зоопланктон. Первоначальные исследования кормовой базы вхдр. Зельвянское осуществлены в 1986 г., в период формирования его экосистемы. В тот период среднесезонная численность зоопланктона достигала 121,79 тыс. экз./м³, биомасса — 7,9 г/м³. В сообществе зоопланктона по численности преобладали веслоногие рачки, по биомассе — ветвистоусые. По исследованиям 1996 г. как в количественном отношении, так и в биомассе превалировали уже веслоногие ракообразные. Суммарная численность зоопланктона составляла 546 тыс. экз./м³, биомасса — 12,24 г/м³ [2].

В 2023 г. сообщество зоопланктона вхдр. Зельвянское было представлено основными таксономическими группами: коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. В составе сообщества отмечено: коловраток — 8, ветвистоусых — 8 и веслоногих рачков — 3 вида. В структуре сообщества зоопланктона численно превалировали α - β -мезосапробные виды. Похожий со-



став был отмечен в исследованиях 1996 г.: коловраток — 12, ветвистоусых — 9 и веслоногих рачков — 3 вида с превалированием α - β -мезосапробных видов.

По исследованиям, проведенным в 2023 г., как по численности — 178,9 тыс. экз./м³ (47,4 %), так и по биомассе — 6,77 г/м³ (73,0 %) доминировали ветвистоусые ракообразные (табл. 3). Среди ветвистоусых ракообразных комплекс доминант составляли *D. cucullata*, *B. longirostris*, *B. coregoni*, *Ch. sphaericus*. Из копепод наибольшую биомассу давал *C. strenuus*. Средняя численность веслоногих ракообразных составила 60,3 тыс. экз./м³ (15,9 %), биомасса — 2,33 г/м³ (25,2 %). Значение коловраток в общей биомассе незначительно — 0,17 г/м³ (1,8 %). В видовом составе среди коловраток доминировали виды р. *Keratella*.

Таблица 3. Сравнительные показатели численности, биомассы и продукции зоопланктона вдхр. Зельвянское 1996 и 2023 годов

Table 3. Comparative indicators of abundance, biomass and production of zooplankton in the Zelvianskoye reservoir in 1996 and 2023

Группы организмов	Всего видов	Численность		Биомасса		Продукция за вычетом ра- циона хищников
		тыс. экз./м³	%	г/м³	%	
1996 г.						
Коловратки	12	67	12,3	0,18	1,5	
Ветвистоусые	9	120	22,0	5,14	42,0	
Веслоногие	3	359	65,8	6,92	56,5	
Всего	24	546	100,0	12,24	100,0	4525,3
2023 г.						
Коловратки	8	138,5	36,7	0,17	1,8	
Ветвистоусые	8	178,9	47,4	6,77	73,0	
Веслоногие	3	60,3	15,9	2,33	25,2	
Всего	19	377,7	100	9,27	100	2540,2

Пространственное распределение зоопланктона по участкам водохранилища в целом соответствовало накоплению лимнофильных признаков. Наименьшие показатели численности и биомассы отмечены в верхнем участке — 180 тыс. экз./м³ и 3,97 г/м³, на среднем участке водохранилища они возрастают до 482 тыс. экз./м³ и 10,0 г/м³, максимума достигают на нижнем участке — 454,2 тыс. экз./м³ и 13,8 г/м³ соответственно. В целом такая карти-



на свойственна большинству речных водохранилищ и укладывается в общепринятые представления о формировании биотопических комплексов зоопланктона. Биомасса ветвистоусых ракообразных на нижнем участке была в 3 раза выше, чем на верхнем, что может косвенно свидетельствовать о возрастании признаков лимнической экосистемы по сравнению с лотической.

Средняя биомасса организмов зоопланктона вдхр. Зельвянское составила $9,27 \text{ г/м}^3$, численность — $377,7 \text{ тыс. экз./м}^3$, что позволяет характеризовать его как высококормный водоем. Сообщество зоопланктона водохранилища можно охарактеризовать как кладоцерно-копеподное, что в целом дает основание охарактеризовать весь водоем как эвтрофный [13]. Показатели численности, биомассы и продукции зоопланктона представлены в табл. 3.

Количественные показатели зоопланктона 1996 г. и 2023 г. не претерпели значительных изменений (рис. 1). По показателям биомассы 1996 г. ($12,24 \text{ г/м}^3$) вдхр. Зельвянское характеризовалось как весьма высококормное, в 2023 г. ($9,27 \text{ г/м}^3$) — как высококормное [13] (табл. 3). Продукция зоопланктона в 1996 г. составляла $4525,3 \text{ кг/га}$, в 2023 г. — $2540,2 \text{ кг/га}$, что может свидетельствовать о более сильном прессе за счет выедания рыбами-планктофагами.

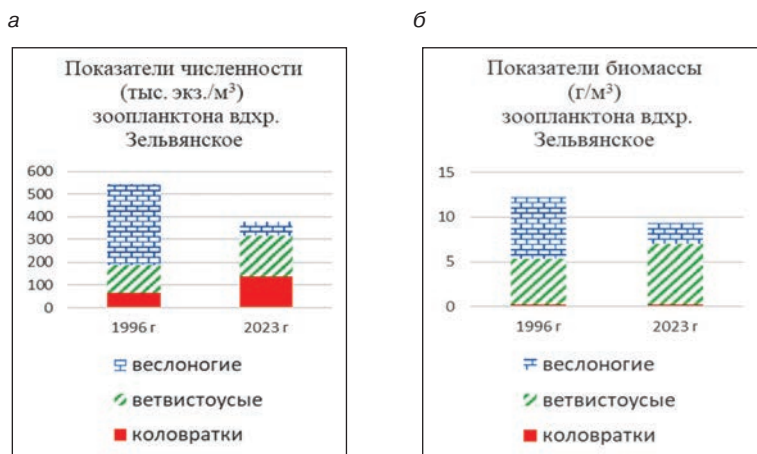


Рис. 1. Динамика численности (а) и биомассы (б) зоопланктона вдхр. Зельвянское в 1996 и 2023 гг.

Fig. 1. Dynamics of abundance (а) and biomass (б) of zooplankton in the Zelyvskoye Reservoir in 1996 and 2023



Зообентос. При рассмотрении сообщества зообентоса вдхр. Зельвянское можно выделить несколько биотопов. Грунты в литорали до глубины 1 м представлены песком, местами заиленным, местами заросшим жесткой надводной растительностью. На глубине 1,5 м грунты представлены грубодетритовыми илами, на глубине 3–4 м – тонкодетритовыми и сапропелевыми илами.

Сообщество донных беспозвоночных вдхр. Зельвянского в 2023 г. было представлено личинками комаров-хирономид, олигохетами, моллюсками, пиявками, гусеницами бабочек, высшими раками (бокоплавы). Максимальная биомасса зообентоса ($16,1 \text{ г/м}^2$) зафиксирована в верхней части водохранилища. Такие высокие показатели биомассы объясняются обилием моллюсков в этой зоне водохранилища, представленных *Dreissena polymorpha*, *Bithynia tentaculata*, *Planorbis planorbis*, *Theodoxus fluviatilis* (предпочитающим каменистые субстраты). Суммарная численность моллюсков (без учета *D. polymorpha*) в вдхр. Зельвянское составила 110 экз./м^2 , биомасса – $7,2 \text{ г/м}^2$ (табл. 4). Минимальные значения биомассы зафиксированы на переходном (среднем) участке ($5,3 \text{ г/м}^2$), где основу биомассы составляли хирономиды, представленные *Chironomus f.l. plumosus*, *Procladius skuse*, *Glyptotendipes gr. gripekoveni*. На каменистых грунтах на верхнем участке биомасса хирономид составляла $0,11 \text{ г/м}^2$. Общая численность хирономид составила 484 экз./м^2 , биомасса – $2,53 \text{ г/м}^2$. Доля пиявок в общей численности составляет 3,8 %, биомасса – 1,2 % (табл. 4).

Общая биомасса организмов составила $10,65 \text{ г/м}^2$, численность – $1151,5 \text{ экз./м}^2$, что позволяет охарактеризовать вдхр. Зельвянское как высококормный водоем [13]. Так как *D. polymorpha* не всегда доступна как кормовой объект для рыб, ее показатели в общей численности и биомассе не учитывали. Мелкие особи дрейссены, оседающие на мягкой растительности, также могут потребляться рыбами-бентофагами, что еще более увеличивает кормность данного водоема.

Сравнивая показатели численности и биомассы зообентоса 1996 г. с данными 2023 г., можно отметить их рост более чем в 3 раза за счет моллюсков. Также отмечается увеличение численности олигохет (в 1996 г. составили 0,8 %, в 2023 г. – 43,9 % от общей численности), хотя их биомасса изменилась незначительно (в 1996 г. составляла 0,4 %, в 2023 г. – 6,6 %) (табл. 4, рис. 2).



Таблица 4. Показатели численности, биомассы и продукции зообентоса вдхр. Зельвянское, 1996 и 2023 гг.

Table 4. Indicators of abundance, biomass and production of zoobenthos in the Zelvyanskoye Reservoir, 1996 and 2023

Группы организмов	Численность		Биомасса		Продукция за вычетом рациона хищников кг/га
	экз./м²	%	г/м²	%	
1996 г.					
Хирономиды	363	95,8	2,55	96,9	
Олигохеты	3	0,8	0,01	0,4	
Прочие	13	3,4	0,07	2,7	
Всего	379	100,0	2,63	100,0	142,2
2023 г.					
Хирономиды	484	42,0	2,53	23,8	
Олигохеты	506	43,9	0,7	6,6	
Моллюски (без <i>D. polymorpha</i>)	110	9,6	7,2	67,6	
Пиявки	44	3,8	0,13	1,2	
Прочие	7,5	0,7	0,09	0,8	
Всего	1151,5	100,0	10,65	100,0	476,6
<i>D. polymorpha</i>	220		56,70		

а



б

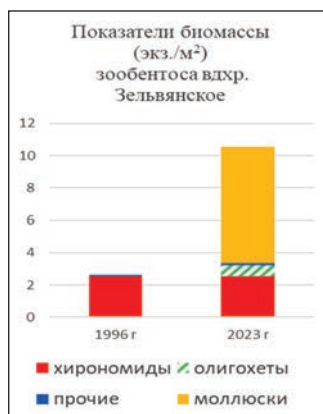


Рис. 2. Динамика численности (а) и биомассы (б) зообентоса вдхр. Зельвянское в 1996 и 2023 гг.

Fig. 2. Dynamics of abundance (а) and biomass (б) of zoobenthos in the Zelvyanskoye Reservoir in 1996 and 2023



Пространственное распределение организмов зообентоса по акватории водохранилища не проявляет тех закономерностей, что присущи зоопланктону. По мере удаления от берега наблюдаются определенные изменения, связанные со сменой видов в сообществе. В центральных частях акватории возрастает значение хирономид, которые здесь представлены преимущественно детритоядными и хищными формами, уменьшается значение олигохет. Достаточно высокая численность олигохет (725 экз./м^2) зафиксирована в прибрежной зоне.

При сравнении результатов исследований зообентоса за 1986 г., когда ихтиологический комплекс в водохранилище не был сформирован окончательно, с данными, полученными в 1996 г., оказалось, что в 1996 г. численность донных организмов вдхр. Зельвянское уменьшилась в 7,5 раза, а биомасса — в 3,2 раза [2]. Такая разница могла свидетельствовать о завершении структурных перестроек в составе ихтиоценоза с возрастанием на тот момент в водоеме роли рыб-бентофагов над планктофагами. В результате возрастания пресса выедания рыбами зообентоса, его продукция в 1996 г. составляла $142,2 \text{ кг/га}$, в то время как менее используемая рыбами продукция зоопланктона достигала $4525,3 \text{ кг/га}$ [2].

В 2023 г. продукция зообентоса по сравнению с 1996 г. увеличилась более чем в 3 раза и составила $476,6 \text{ кг/га}$. Данное увеличение объясняется возрастанием доли продукции относительно мелких «кормовых» моллюсков. Увеличение продукции зообентоса и уменьшение продукции зоопланктона практически в 2 раза по сравнению с 1996 г. может свидетельствовать об увеличении младших возрастных групп рыб — потребителей зоопланктона.

Выводы.

1. Вдхр. Зельвянское отнесено к эвтрофным водоемам с удовлетворительным газовым и температурным режимами. Гидрохимический режим за сравниваемый тридцатилетний период не претерпел существенного изменения, значительных отличий по исследованным участкам водохранилища не наблюдается.

2. Площадь зарастания вдхр. Зельвянское надводными макрофитами оценивается в среднем 20 %, погруженными и с плавающими листьями — около 35 %, что характеризует его как заросшее.



3. В сообществе фитопланктона вдхр. Зельвянское преобладали α - β -мезосапробы, что дает основание характеризовать воды как «умеренно загрязненные». Видовая структура и количественное развитие фитопланктона подтверждают эвтрофный тип водохранилища.

4. Пространственное распределение зоопланктона по участкам водохранилища в целом соответствует накоплению лимнофильных признаков. В структуре сообщества зоопланктона численно превалировали α - β -мезосапробные виды. По показателям биомассы 1996 г. вдхр. Зельвянское характеризовалось как весьма высококормное, в 2023 г. — как высококормное. Уменьшение продукции зоопланктона по сравнению с 1996 г. практически в два раза может свидетельствовать о более сильном прессе за счет выедания рыбами-планктофагами.

5. Общая биомасса организмов зообентоса позволяет охарактеризовать вдхр. Зельвянское как высококормный водоем. Отмечается увеличение численности и биомассы зообентоса по сравнению с 1996 г. более чем в три раза за счет моллюсков.

Список использованных источников

1. Волкова, И. В. Оценка качества воды водоемов рыбохозяйственного назначения / И. В. Волкова, Т. С. Ершова, С. В. Шипулин. — 2-е изд., испр. и доп. — М.: Юрайт, 2024. — 294 с. — (Профессиональное образование).
2. Костоусов, В. Г. Состояние экосистемы Зельвянского водохранилища / В. Г. Костоусов, Т. В. Копылова, И. И. Оношко [и др.] // Вопросы рыбного хозяйства Беларуси: сб. науч. тр. / Белорус. науч.-исслед. и проект.-конструкт. ин-т рыб. хоз-ва. — Минск, 1997. — Вып. 15. — С. 174–178.
3. Республиканский перечень рыболовных угодий, пригодных для ведения рыболовного хозяйства: постановление М-ва сел. хоз-ва и продовольствия Респ. Беларусь от 21 апреля 2022 г. № 42 // Министерство сельского хозяйства и продовольствия Республики Беларусь. — URL: <https://mshp.gov.by/ru/fishing-ru/view/respublikanskij-perechen-rybolovnyh-ugodij-prigodnyh-dlja-vedenija-rybolovnogo-hozjajstva-8678/> (дата обращения: 01.08.2024).
4. Алекин, А. О. Химический анализ вод суши: (при стационарном их изучении) / А. О. Алекин. — Л.: Гидрометеиздат, 1954. — 199 с.
5. Жадин, В. И. Реки, озера и водохранилища СССР, их фауна и флора / В. И. Жадин, С. В. Герд. — М.: Учпедгиз, 1961. — 599 с.



6. Унифицированные методы анализа вод СССР / Гос. ком. гидрометеорологии и контроля природ. среды СССР, Гос. ком. Совета Министров СССР по науке и технике. — Л.: Гидрометеиздат, 1978. — Вып. 1. — 144 с.
7. Жадин, В. И. Методы гидробиологического исследования: [учеб. пособие] / В. И. Жадин. — М.: Высш. шк., 1960. — 191 с.
8. Дзюбан, Н. А. Методы сбора и учета количественного материала в гидробиологических исследованиях / Н. А. Дзюбан. — М.: Высш. шк., 1974.
9. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР: планктон и бентос / Г. Г. Винберг, О. И. Чибисова, Н. С. Гаевская [и др.]; отв. ред.: Л. А. Кутикова, Я. И. Старобогатов. — Л.: Гидрометеиздат, 1977. — 511 с.
10. Биопродуктивность озер Белоруссии / Белорус. гос. ун-т; под ред. П. Г. Петровича. — Минск: Изд.-во БГУ, 1971. — 191 с.
11. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши / О. П. Оксик, В. Н. Жукинский, Л. П. Брагинский [и др.] // Гидробиологический журнал. — 1993. — Т. 29, № 4. — С. 62–76.
12. Об установлении нормативов качества воды поверхностных водных объектов: постановление М-ва природ. ресурсов и охраны окружающей среды Респ. Беларусь от 30 марта 2015 г. № 13 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. — URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21529808> (дата обращения: 01.08.2024).
13. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР / М. Л. Пидгайко, Б. М. Александров, Ц. И. Иоффе [и др.] // Известия Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства. — Л., 1968. — Т. 67: Улучшение и увеличение кормовой базы для рыб во внутренних водоемах СССР. — С. 205–228.

Reference

1. Volkova I. V., Ershova T. S., Shipulin S. V. *Otsenka kachestva vody vodoemov rybokhozyaistvennogo naznacheniya* [Assessment of the water quality of fisheries reservoirs]. 2nd ed., corrected a. expanded. Moscow, Yurait, 2024. 294 p. (in Russian).
2. Kostousov V. G. et al. The state of the ecosystem of the Zelven reservoir. *Voprosy rybnogo khozyaistva Belarusi: sb. nauch. tr.* [Issues of fisheries in Belarus : collection of sci. papers]. Minsk, 1997, iss. 15, pp. 174–178 (in Russian).
3. The Republican list of fishing grounds suitable for fishing: resolution of the Min. of Agr. a. Food of the Republic Belarus, 21 Apr. 2022, № 42.



- Ministerstvo sel'skogo khozyaistva i prodovol'stviya Respubliki Belarus'* [Ministry of Agriculture and Food of the Republic of Belarus]. (in Russ.) Available at: <https://mshp.gov.by/ru/fishing-ru/view/respublikanskij-perechen-rybolovnyx-ugodij-prigodnyx-dlja-vedenija-rybolovnogo-xozjajstva-8678/> (accessed: 01.08.2024).
4. Alekin A. O. *Khimicheskii analiz vod sushi : pri statsionarnom ikh izuchenii* [Chemical analysis of land waters: in case of stationary study]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1954. 199 p. (in Russian).
 5. Zhadin V. I., Gerd S. V. *Reki, ozera i vodokhranilishcha SSSR, ikh fauna i flora* [Rivers, lakes and reservoirs of the USSR, their fauna and flora]. Moscow, Uchpedgiz, 1961. 599 p. (in Russian).
 6. *Unifitsirovannye metody analiza vod SSSR* [Unified methods of water analysis of the USSR]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1978, iss. 1, 144 p. (in Russian).
 7. Zhadin V. I. *Metody gidrobiologicheskogo issledovaniya* [Methods of hydrobiological research]. Moscow, Vysshaya shkola, 1960. 191 p.
 8. Dzyuban N. A. *Metody sbora i ucheta kolichestvennogo materiala v gidrobiologicheskikh issledovaniyakh* [Methods of collecting and accounting quantitative material in hydrobiological studies]. Moscow, Vysshaya shkola, 1974. (in Russian).
 9. Kutikova L. A., I. Starobogatov Ya. (eds.). *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeiskoi chasti SSSR: plankton i bentos* [Determinant of freshwater invertebrates of the European part of the USSR: plankton and benthos]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977. 511 p. (in Russian).
 10. Petrovich P. G. (ed.). *Bioproduktivnost' ozer Belorussii* [Bioproductivity of lakes in Belarus]. Minsk, The Publ. House of the Belarus. State Univ., 1971. 191 p. (in Russian).
 11. Oksiyuk O. P., Zhukinskaya V. N., Braginskaya L. P., Linnik P. N., Kuz'menko M. I., Klenus V. G. Comprehensive ecological classification of the quality of surface waters of the land. *Gidrobiologicheskii zhurnal = Hydrobiological Journal*, 1993, vol. 29, no. 4, pp. 62–76 (in Russian).
 12. On the establishment of water quality standards for surface water bodies : resolution of the Min. of Nature resources a. Environmental Protection Republic of Belarus, 30 March, 2015 № 13. Natsional'nyi pravovoi Internet-portal Respubliki Belarus' [National Legal Internet Portal of the Republic of Belarus]. (in Russ.) Available at: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21529808> (accessed: 01.08.2024).
 13. Pidgaiko M. L. et al. Brief biological and production characteristics of reservoirs of the North-West of the USSR. *Izvestiya Gosudarstvennogo nauchno-issledovatel'skogo instituta ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaistva* [Proceedings of the State Scientific Research Institute of Lake and River Fisheries]. Leningrad, 1968, vol. 67 : Improving and increasing the food supply for fish in the inland waters of the USSR, pp. 205–228 (in Russian).



Сведения об авторах

Апсoliхова Ольга Дмитриевна — кандидат биологических наук, заведующий лабораторией лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Попиначенко Таисия Ивановна — научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Сенникова Виолетта Дмитриевна — старший научный сотрудник лаборатории прудового и индустриального рыбоводства, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: belniirh@tut.by

Лишко Владислав Иванович — младший научный сотрудник лаборатории рыбоводства и рыболовства в естественных водоемах, Институт рыбного хозяйства, Национальная академия наук Беларуси (ул. Стебенева, 22, 220024, Минск, Республика Беларусь). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Information about the authors

Olga D. Apsolikhova — Ph.D. (Biology), Head of Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Taisia I. Popinachenko — Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com

Violetta D. Sennikova — Senior researcher of the Laboratory of Pond and Industrial Fish Farming, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: belniirh@tut.by

Vladislav I. Lishko — Junior Researcher, Laboratory of Fish Breeding and Fishing in Natural Water Bodies, Fish Industry Institute, National Academy of Sciences of Belarus (22, Stebeneva Str., 220024, Minsk, Republic of Belarus). E-mail: lablakeirh@gmail.com