

## ЗООПЛАНКТОН И МАКРОЗООБЕНТОС МАЛЫХ ВОДОЁМОВ ЗАПОВЕДНИКА «КОЛОГРИВСКИЙ ЛЕС» ИМЕНИ М.Г. СЕНИЦЫНА

© 2023

Сиротина М.В.<sup>1,2</sup>, Сиротин А.Л.<sup>1</sup>, Соколова Т.Л.<sup>1</sup>, Мурадова Л.В.<sup>1,2</sup>, Ситникова О.Н.<sup>1,2</sup>, Яшнева Е.А.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация)

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Сеницына  
(г. Кологрив, Костромская область, Российская Федерация)

*Аннотация.* В статье изложены результаты исследований зоопланктона и макрозообентоса малых водоемов на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына. Приведены гидрохимические и гидрофизические параметры малых водоемов. В летний период самые высокие биомасса и численность зоопланктона отмечены для длительно существующих бобровых прудов на ручьях. Осенью среди исследованных малых водоемов наибольшие биомасса и численность зоопланктона характерны для стариц. Наибольшая биомасса бентоса отмечена в старицах, численность – в бобровых прудах. Проведен анализ экологических групп зоопланктона и бентоса по типу питания. Осенью в составе зоопланктона отмечено преобладание вертикаторов и первичных фильтраторов в бобровых прудах, первичных фильтраторов и хищных форм в канавах, первичных фильтраторов и вертикаторов в старицах и вторичных фильтраторов, соскребателей, детритофагов и вертикаторов в мочажинах на заболоченных участках. В составе бентоса бобровых прудов и стариц присутствуют все шесть экологических групп бентоса по типу питания. В канавах отсутствуют собиратели, облигатные фильтраторы и активные хищники. В мочажинах отмечены только грунтозаглатыватели. Для характеристики структуры зоопланктона вычислен ряд индексов.

*Ключевые слова:* зоопланктон; макрозообентос; малые водоемы; заповедник «Кологривский лес»; экологические группы; Костромская область.

## ZOOPLANKTON AND MACROZOOBENTHOS OF SMALL RESERVOIRS OF THE STATE NATURAL RESERVE «KOLOGRIVSKY LES» NAMED AFTER M.G. SINITSYN

© 2023

Sirotnina M.V.<sup>1,2</sup>, Sirotnin A.L.<sup>1</sup>, Sokolova T.L.<sup>1</sup>, Muradova L.V.<sup>1,2</sup>, Sitnikova O.N.<sup>1,2</sup>, Yashneva E.A.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation)

<sup>2</sup>State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn (Kologriv, Kostroma Oblast, Russian Federation)

*Abstract.* The article presents the results of studies of zooplankton and macrozoobenthos of small reservoirs on the territory of the State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn. The hydrochemical and hydrophysical parameters of small reservoirs are given. In summer, the highest biomass and abundance of zooplankton were observed for long-existing beaver ponds on streams. In autumn, among the studied small reservoirs, the highest biomass and abundance of zooplankton are characteristic of oxbow lakes. The highest biomass of benthos was noted in oxbow lakes, and its abundance was found in beaver ponds. An analysis of the ecological groups of zooplankton and benthos by type of nutrition was carried out. In autumn, the composition of zooplankton was marked by a predominance of vertical feeders and primary filter feeders in beaver ponds, primary filter feeders and predatory forms in ditches, primary filter feeders and vertical feeders in oxbow lakes, and secondary filter feeders, scrapers, detritivores and stand feeders in hollows in wetlands. The benthos of beaver ponds and oxbow lakes contains all six ecological groups of benthos based on feeding type. There are no collectors, obligate filter feeders or active predators in the ditches. Only soil ingesters were noted in the hollows. A number of indices have been calculated to characterize the structure of zooplankton.

*Keywords:* zooplankton; macrozoobenthos; small bodies of water; Natural Reserve «Kologrivsky Forest»; environmental groups; Kostroma Oblast.

### Введение

Малые водоемы имеют небольшую площадь водного зеркала и являются широко распространенными гидробиоценозами, составляя неотъемлемую часть ландшафта и играя значительную роль в функционировании природных экосистем. От озер, кроме меньшей площади, они отличаются большей долей литорали, более интенсивным зарастанием, скудным составом ихтиофауны, незначительным ветровым перемешиванием. К малым водоемам могут относиться небольшие озера, пруды, в том числе и зоогенного происхождения, старицы рек, мочажины на заболоченных территориях, канавы, лужи и другие углубления суши, заполненные водой. Малые водоемы активно изучаются, имеется широкий спектр публика-

ций, рассматривающих гидробионтов и особенности функционирования этих водных экосистем [1, с. 49–55; 2, с. 27–36; 3, с. 16–23; 4–6]. В настоящее время остро стоит проблема сохранения малых водоемов, одним из основных направлений её решения является мониторинг биоразнообразия гидробионтов для принятия природоохранных решений при снижении этого и ряда других экологических показателей. Немаловажное значение имеет изучение малых водоемов на особо охраняемых природных территориях. Выявление механизмов их функционирования, связи гидробионтов с комплексом абиотических и биотических факторов, оказывающих влияние на развитие гидробиоценозов, позволит использовать эти данные в качестве контрольных при изучении

антропогенно-нарушенных сообществ. Это поможет определить комплекс реабилитационных мероприятий для сохранения малых водоёмов на территориях, находящихся под антропогенным прессом.

Заповедник «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына находится в Костромской области и выполняет функцию сохранения в южной тайге Европейской России фрагментов коренных темнохвойных лесов. Территория заповедника разделена на два кластера: кологривский и мантуровский. Кологривский участок покрыт коренными липово-пихтово-еловыми лесами, березово-осиновыми лесами с активным возобновлением пихты и ели. На мантуровском участке большей частью произрастают сосновые леса, тем не менее здесь широко распространены дуб, орешник, клен, вяз [7, с. 58–74, 100–155]. Малые водоемы на территории кологривского кластера заповедника представлены бобровыми прудами на реках и ручьях, старицами рек, придорожными канавами вдоль бывшей насыпи узкоколейной железной дороги, мочажинами на заболоченных участках.

#### *Цель исследования и объекты исследования*

*Целью* исследования являлось изучение сообществ гидробионтов малых водоёмов на территории заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына.

*Объектами* исследования выступали сообщества зоопланктона и макрозообентоса, их таксономический и видовой состав, количественные, структурные показатели, состав экологических групп.

#### *Материалы и методика исследований*

Отбор проб зоопланктона проводили летом и осенью 2022 г. путем процеживания 50 л воды через планктонную сеть Джели (размер ячеек 76 мкм). Пробы фиксировали 4% формалином, обработку проб выполняли по общепринятым методикам [8] под бинокулярным микроскопом. Идентификация видов проводилась с помощью тринокулярного микроскопа Микромед 2 вар. 3–20 inf с цифровой камерой TourCam 3/1 MP с использованием определителей [9; 10]. Видовое разнообразие оценено с помощью информационного индекса Шеннона–Уивера ( $H_n$ ) бит/экз. [11], выравненность определяли по индексу Пielу ( $E_n$ ) (от 0 до 1) [12], коэффициент сапробности ( $S$ ) рассчитывали по методу Пантле–Букк в модификации Сладчека [13]; В составе зоопланктона были выделены следующие экологические группы: 1 – свободноплавающие вертикаторы; 2 – плавающие и ползающие вертикаторы; 3 – тонкие фильтраторы; 4 – плавающие грубые фильтраторы; 5 – плавающие и прикрепляющиеся к субстрату или поверхностной пленке воды первичные тонкие и грубые фильтраторы; 6 – плавающие первичные тонкие и грубые фильтраторы; 7 – плавающие и ползающие вторичные фильтраторы, соскребатели и детритофаги; 8 – ползающие, плавающие собиратели, эврифаги; 9 – плавающие активные хищники, эврифаги; 10 – плавающие хищники-хвататели с инкудатным типом мастакса; 11 – плавающие активные хищники [14; 15; 16, с. 137; 17, с. 62–65].

Отбор проб бентоса проводился осенью 2022 г. с помощью бентосного скребка и дночерпателя Экмана–Берджа в соответствии с рекомендациями [18]. Пробы фиксировали 4% формалином. Виды идентифицировали с помощью определителей [19–23]. Чис-

ленность организмов определялась прямым подсчетом особей в пробе, биомасса – взвешиванием объектов на электронных весах Scoutspu (Chaus). В составе бентоса выделяли экологические группы: грунтозаглатыватели, собиратели-детритофаги и факультативные фильтраторы, облигатные собиратели-фильтраторы, соскребатели, размельчители, активные хищники [24].

Одновременно с отбором проб зоопланктона и бентоса определяли количество растворенного кислорода с помощью амперометрического датчика растворенного кислорода с термоэлектрическим преобразователем ДКТП-02 и комбинированным анализатором жидкости «Эксперт-001-2.0.1». Прозрачность определяли при помощи диска Секки. Водородный показатель среды измерялся карманным водонепроницаемым рН-метром HI 98127 pHep4 (Hanna Instruments, США).

#### *Результаты исследований и их обсуждение*

Малые водоемы заповедника «Кологривский лес» по классификации О.А. Алекина [25, с. 120–122] относятся к классу гидрокарбонатных, кальциевых по катионному составу, в весенний период большей частью магниевых. Водородный показатель (рН) варьирует в широком диапазоне 4,2–9,14, изменяясь от кислых значений в весенний период до слабощелочных и щелочных осенью [26, с. 68–70]. В весенний период кислая реакция среды связана с таянием снежного покрова и поступлением кислых вод с заболоченных участков в верховьях рек. Летом и осенью подщелачивание среды (табл. 1) связано с деятельностью фитопланктонных сообществ, которые используют гидрокарбонат-ионы в качестве источника углерода в процессе фотосинтеза.

Воды малых водотоков и водоемов заповедника содержат значительное количество железа (до 32,5 ПДК для рыбохозяйственных водоемов). Это связано с заболачиванием верховий рек и с поступлением в водоемы и водотоки вод с высоким содержанием железоорганических комплексов и гуминовых веществ. Также в водах водоемов северной части кологривского кластера заповедника отмечено повышенное содержание марганца. Этот элемент имеет тенденцию накапливаться в почвах богатых соединениями железа или органическим веществом. Кроме того, для малых рек и водоемов заповедника отмечено превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов по меди, которое находится в диапазоне от 1,5 до 60 раз [26, с. 69]. Медь в водоемы заповедника поступает при вымывании этого элемента из аллювиальных почв пойм, где она присутствует в гумусово-аккумулятивных и торфяных горизонтах.

Также на исследованных участках наблюдалось превышение ПДК для рыбохозяйственных водоемов по содержанию фторидов в 2–17,6 раз. Это связано со стимуляцией пойменными почвами с кислой реакцией перехода фтора из малоподвижных соединений в легкорастворимые флюориды, вымываемыми грунтовыми и речными водами. Перечисленные особенности водоемов и водотоков на территории заповедника связаны с природным фоном основных химических элементов и не наносят ущерба качеству гидробиоценозов.

Количество биогенных и органических веществ в водах малых водоемов заповедника связано с забо-

лоченностью верховий рек, протекающих по территории, с разложением органики в почвенном и растительном покрове и поступлением продуктов разложения с водосбора в водоемы. С этими процессами связано и высокое содержание в воде органического вещества гумусовой природы, о чем свидетельствуют высокие показатели цветности (до 310,5°) и БПКs. Малые водоемы на территории заповедника, как правило, отличаются невысоким содержанием кислорода. Тем не менее после продолжительных дождей в осенний период мы наблюдали и довольно высокие показатели содержания растворенного кислорода в бобровых прудах (табл. 1). Прозрачность воды в период исследований была низкой, что было связано в разные сезоны с различными показателями – в частности, в осенний период, с ветровым перемешиванием воды и взмучиванием накопленных осадков (табл. 1). Самая низкая прозрачность характерна для мочажин на заболоченных участках. Наибольшие значения удельной электропроводности воды (показателя, связанного с ее минерализацией) характерны для участков стариц, наименьшие – для мочажин.

Среди малых водоемов нами изучены 41 пруд на территории кологривского кластера и 18 прудов на территории мангуровского кластера заповедника «Кологривский лес» им. М.Г. Сеницына. Пруды были образованы при перегораживании бобровыми плотинами малых рек и ручьев и имели различный размер, форму и время существования. Среди них мы выделили: пруды на реках с высокой поймой, пруды на реках с низкой поймой и пруды на ручьях. Видовой состав зоопланктона исследованных бобровых прудов заповедника представлен 68 видами зоопланктонов, таксономические группы которых находятся в соотношении: Cladocera – 41,17%, Copepoda – 20,59%, Rotifera – 38,24%. Численность и биомасса зоопланктонов в бобровых прудах претерпевают значительные колебания, которые связаны: с сезонной сукцессией видов, с режимом проточности пруда, с заселенностью пруда бобрами или с их отсутствием.

В бобровых прудах разного типа летом 2022 г. нами отмечены средние значения биомассы зоопланктонных организмов в диапазоне от 0,37 г/м<sup>3</sup> до 0,99 г/м<sup>3</sup> (табл. 2). Количественные показатели зоопланктона в бобровых прудах практически всегда выше, чем в соседних русловых участках, не подверженных зоогенной трансформации (табл. 2). Во многих случаях в летний период в бобровых прудах наблюдалось массовое развитие таких видов, как *Daphnia longispina* O.F. Müller, 1785, *Daphnia pulex* Leydig, 1860, *Polyphemus pediculus* (L., 1761), которые и давали значительный прирост биомассы сообщества. Деятельность бобров и отсутствие течения приводит к повышению трофического статуса водоемов, развивается фитопланктон, что влечет за собой увеличение доли ветвистоусых с фильтрационным способом питания, а увеличение количества фильтраторов ведет к развитию хищных зоопланктонов.

Значения индекса видового разнообразия (Hn) и показателя выравниваемости по Пиелу (En) наиболее высоки в прудах на реках с низкой поймой и в прудах на ручьях (табл. 2). Такие водоемы, как правило, существуют в течение длительного времени, огорожены плотиной прудового типа, и там развиваются более зрелые сообщества зоопланктона. Пруды на

реках с высокой поймой обычно поддерживаются плотинами руслового типа, промываются речными водами в период половодья и здесь ежегодно повторяется зоогенная сукцессия [16, с. 169]. Значения индекса сапробности по Пантле–Букк (S) практически одинаковы для всех изученных типов водоемов и водотоков и свидетельствуют об  $\beta$  – мезосапробных условиях.

Разные типы малых водоемов нами рассмотрены по материалам осенних сборов 2022 года. В бобровых прудах на реках Вонюх, Ухта, Нелка в сентябре 2022 г. нами выявлено 15 видов зоопланктона. В видовом богатстве доминировали Rotifera (46,7%), Cladocera составили 33,3%, Copepoda – 20%. Для стариц отмечено 14 видов при преобладании Cladocera (42,8%), для канав – 12 видов (Rotifera 16,7%, Cladocera 50%, Copepoda – 33,3%), для мочажин в болотах – 6 видов с аналогичным соотношением (Rotifera 16,7%, Cladocera 50%, Copepoda – 33,3%).

Количественные показатели малых водоемов разных типов существенно отличались. Наибольшая численность зоопланктонов отмечена для стариц, наименьшая – для канав и бобровых прудов руслового типа (пруды на реках с высокой поймой) (рис. 1).

Наибольшая биомасса зоопланктона также характерна для стариц, ниже биомасса зоопланктона канав, ещё ниже – в мочажинах на заболоченных участках и бобровых прудах. И если в бобровых прудах в осенний период по численности преобладали веслоногие, по биомассе – ветвистоусые, при этом Copepoda и Cladocera находились в близких пропорциях, то для стариц рек на территории заповедника характерно преобладание веслоногих ракообразных как по численности, так и по биомассе. Для канав наблюдали преобладание ветвистоусых ракообразных по обоим показателям. В мочажинах на заболоченных участках по численности доминировали коловратки, по биомассе – ветвистоусые.

В отношении экологических групп зоопланктона по типам питания осенью 2022 г. (рис. 2) можно отметить преобладание вертикаторов и первичных фильтраторов в бобровых прудах, первичных фильтраторов и хищных форм в канавах, первичных фильтраторов и вертикаторов в старицах и вторичных фильтраторов, соскребателей, детритофагов и вертикаторов в мочажинах на заболоченных участках.

Самые низкие индексы видового разнообразия по Шеннону и выравниваемости по Пиелу характерны для мочажин на заболоченных участках (рис. 3). Наиболее высокое видовое разнообразие отмечено для стариц и канав вдоль насыпи узкоколейной железной дороги, которые существуют обычно в течение нескольких лет.

За период исследования выявлено 47 видов макрозообентоса (без учета таксонов, которые не определены до вида, например, ряд олигохет), относящихся к 22 семействам, 4 классам и 3 типам. Наибольшее видовое богатство выявлено для насекомых. Насекомые представлены 6 отрядами, 15 семействами и 25 видами. Среди моллюсков наибольшее число видов отмечено для гастропод, которые представлены 11 видами, относящимися к 5 семействам. Во всех исследованных участках (кроме мочажин) по числу видов доминируют насекомые, что типично для водных экосистем (рис. 4).

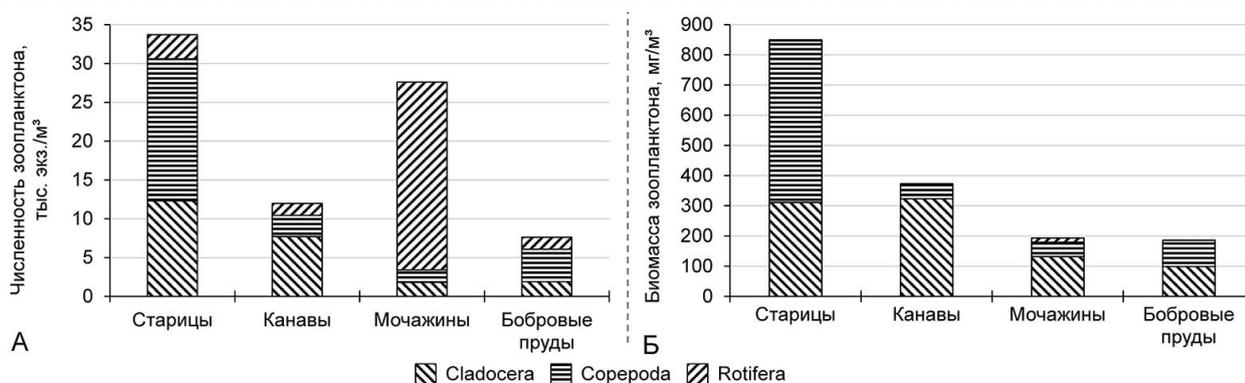
**Таблица 1** – Некоторые гидрохимические и гидрофизические параметры малых водоёмов заповедника в октябре 2022 г.

Тип малого водоёма	Растворённый кислород, мг/дм <sup>3</sup> (min–max)	pH (min–max)	Удельная электропроводность (EC), мкСм/см (min–max)	Прозрачность (SD), м (min–max)
Бобровые пруды	9,4–9,7	8,0–8,3	48,8–83,8	0,4–0,5
Старицы	5,9–7,2	7,3–7,7	113,6–115,7	0,4–0,5
Канавы	6,5–6,7	7,2–7,9	28,7–28,9	0,2–0,3
Мочажины	6,4–6,5	7,2–7,4	27,9–28,6	0,2–0,3

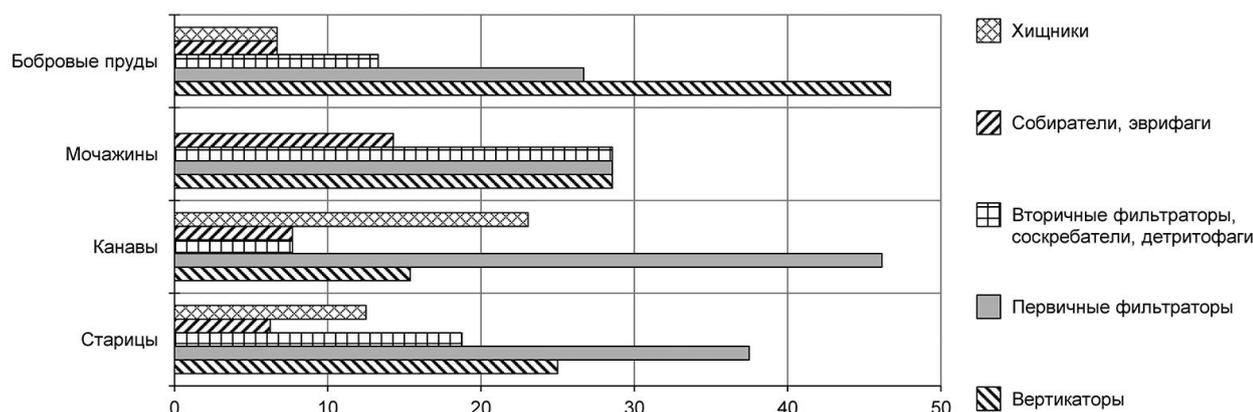
**Таблица 2** – Количественные и структурные показатели зоопланктона бобровых прудов в июне 2022 г.

Пруды	N, тыс. экз./м <sup>3</sup> *	B, г/м <sup>3</sup> *	Hn, бит/экз.*	En*	S*
Пруды на реках с высокой поймой	22,0 ± 4,76	0,37 ± 0,07	1,61 ± 0,12	0,52 ± 0,03	1,76 ± 0,05
Пруды на реках с низкой поймой	65,20 ± 1,0	0,62 ± 0,01	2,64 ± 0,07	0,70 ± 0,03	1,76 ± 0,02
Пруды на ручьях	137,10 ± 27,60	0,99 ± 0,24	2,31 ± 0,15	0,76 ± 0,03	1,76 ± 0,03
Участки рек без зоогенной деятельности	6,86 ± 3,95	0,04 ± 0,02	1,43 ± 0,04	0,64 ± 0,04	1,73 ± 0,03

Примечание. \*В таблице указаны средняя и ошибка средней. N – численность зоопланктона, B – биомасса зоопланктона, Hn – индекс Шеннона, En – индекс Пиелу, S – индекс сапробности по Пантле–Букк.



**Рисунок 1** – Численность (А) и биомасса (Б) зоопланктона малых водоёмов на территории Кологривского заповедника в сентябре 2022 г.



**Рисунок 2** – Экологические группы зоопланктона малых водоёмов по типу питания осенью 2022 г.

Все пять обнаруженных в малых водоёмах таксономических групп макрозообентоса (Oligochaeta, Hirudinea, Bivalvia, Gastropoda, Insecta) встречены в бобровых прудах и старицах рек. Среди насекомых доминирующей группой в прудах являются ручейники (личинки), которые составили 35%, субдоминантная группа представлена личинками стрекоз (29%).

Наибольшее число таксономических групп брюхоногих моллюсков отмечено в канавах, несколько меньше их в старицах и ещё меньше в бобровых прудах. Двустворчатые моллюски встречены только в бобровых прудах (участки русла рек) и в старицах. Бентос мочажин представлен только олигохетами.

Показатели численности и биомассы бентоса малых водоёмов колебались в пределах: от нескольких десятков до 950 экз/м<sup>2</sup> и от 1,4 до 260 мг/м<sup>2</sup> соответственно. По численности наибольшие показатели отмечены для бобровых прудов, по биомассе для стариц. По численности в бобровых прудах доминируют такие виды как звонец опушенный (*Chironomus plumosus* (Linnaeus, 1758)), поденки родов *Cloeon* и *Baetis*. В других водоёмах доминируют олигохеты и горошинка речная (*Pisidium amnicum* (O.F. Muller, 1774)) из двустворчатых моллюсков.

Отличается и соотношение экологических групп по типу питания в составе бентоса водоёмов разного типа (рис. 5).

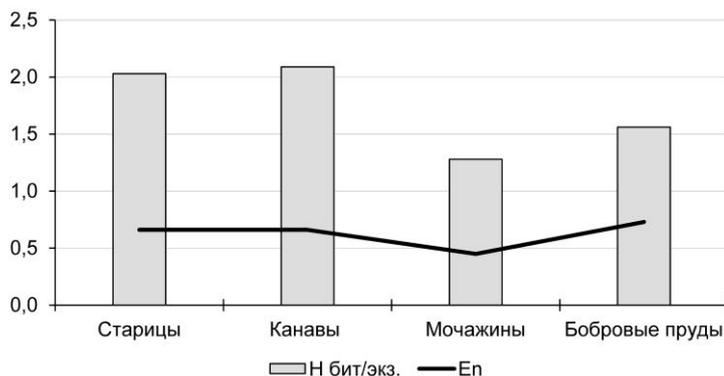


Рисунок 3 – Индекс видового разнообразия (H) и коэффициент выравненности (по Пиелу) малых водоёмов заповедника «Кологривский лес»

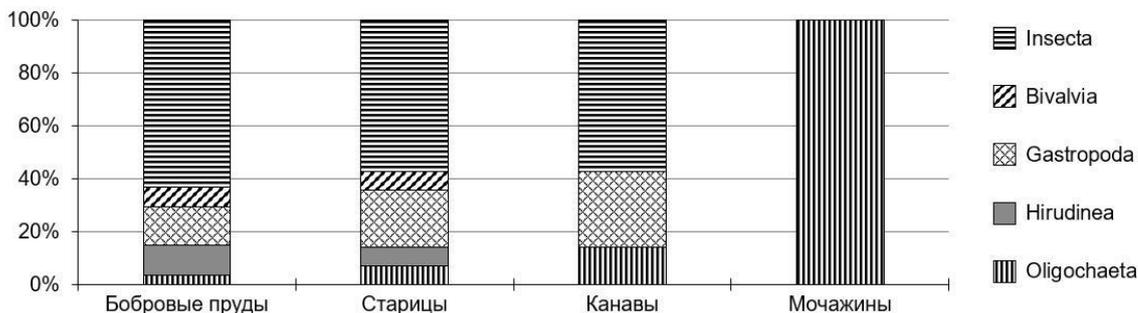


Рисунок 4 – Соотношение таксономических групп макрозообентоса малых водоёмов заповедника, %

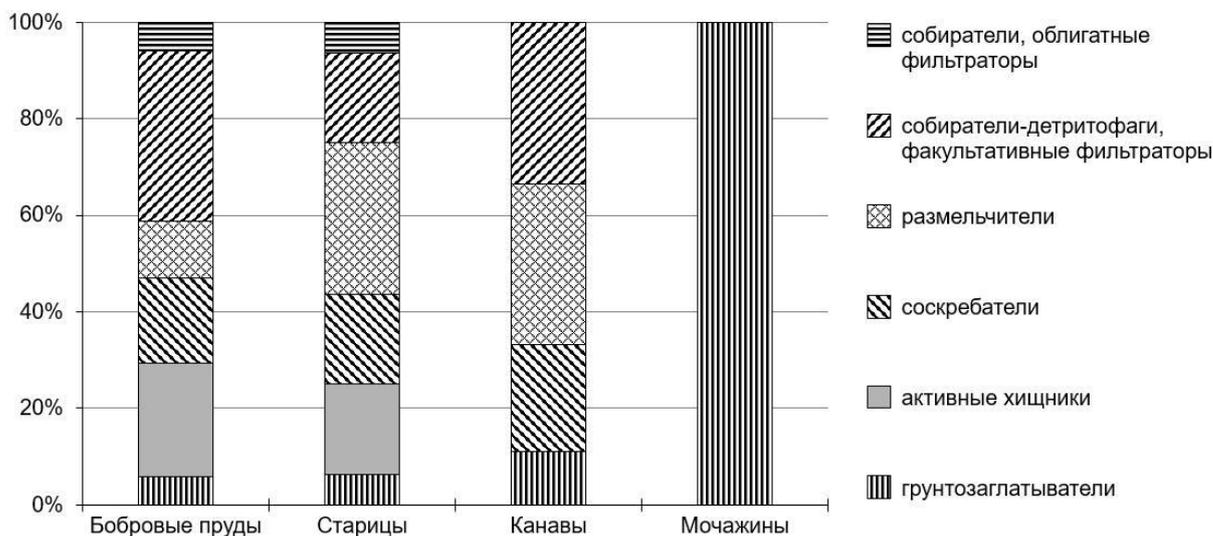


Рисунок 5 – Соотношение экологических групп в видовом богатстве макрозообентоса малых водоёмов заповедника, %

Наибольшее число экологических групп отмечено для бобровых прудов и стариц. Там отмечены представители всех шести выделяемых экологических групп. Меньше экологических групп представлено в видовом богатстве канав (4 группы). Здесь не выявлены группы собирателей, облигатных фильтраторов и активных хищников. В мочажинах отмечены только грунтозаглатыватели.

#### Выводы

Таким образом, на территории заповедника находится большое количество малых водоемов, практически во всех развиваются зоопланктонные и бентосные сообщества, отличающиеся по структурным и количественным показателям. Состав сообществ зоопланктона и бентоса связан с морфометрическими, гидрологическими и гидрохимическими характеристиками водоемов, с длительностью их существования. В бобровых прудах на реках с высокой поймой и большей части бобровых прудов на реках с низкой поймой во время половодья плотины разрушаются и зоогенные водоемы промываются тальми водами. Здесь ежегодно формируются новые сообщества гидробионтов. Среди экологических групп зоопланктона осенью 2022 г. преобладали вертикатеры, в составе бентоса – собиратели-детритофаги, факультативные фильтраторы. Старицы, канавы и бобровые пруды на ручьях, как правило, существуют более длительное время и там формируются более зрелые сообщества гидробионтов. В составе зоопланктона развиваются первичные фильтраторы, в бентосе значительной является доля размельчителей, наиболее высокими являются индексы видового разнообразия и выравнинности по Пиелу для сообщества зоопланктона. Специфичными являются как экологические условия, так и состав сообществ гидробионтов мочажин на болотах. Здесь отмечены самые низкие показатели индекса видового разнообразия и выравнинности по Пиелу для зоопланктона, в составе бентоса осенью 2022 г. обнаружены только грунтозаглатыватели.

#### Список литературы:

- Куликова Т.П., Рябинкин А.В. Зоопланктон и макрозообентос малых водоемов разных типов ландшафтов южной Карелии // Труды Карельского научного центра РАН. 2015. № 6. С. 47–63. DOI: 10.17076/bg25.
- Шевелева Н.Г., Подшивалина В.Н., Шабурова Н.И. Особенности таксономического состава, структуры и количественных показателей зоопланктона верховых болотных водоемов // Бюллетень Московского общества испытателей природы. Отд. Биол. 2014. Т. 119, вып. 3. С. 25–37.
- Бубунец С.О., Жигин А.В., Бубунец Э.В. Биологическая оценка малых водоемов, расположенных в парковых зонах города Москвы // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2018. № 1. С. 14–26. DOI: 10.24143/2073-5529-2018-1-14-26.
- Башинский И.В., Прокин А.А., Филиппов Д.А., Сажнев А.С., Осипов В.В., Ершкова Е.В., Свинин А.О., Жаров А.А., Айбулатов С.В. Мир малых водоёмов: колл. монография. М.: Тов-во научных изданий КМК, 2023. 282 с.
- Лобуничева Е.В. Зоопланктон малых водоемов разных ландшафтов Вологодской области: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2009. 24 с.

- Захаров Е.В. Сообщества макрозообентоса малых водоемов урбанизированных территорий (на примере города Самары): автореф. дис. ... канд. биол. наук. Самара, 2005. 20 с.

- Хорошев А.В., Немчинова А.В., Авданин В.О. Ландшафты и экологическая сеть Костромской области. Ландшафтно-географические основы проектирования экологической сети Костромской области. Кострома: Костромской государственный университет, 2013. 428 с.

- Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1982. 35 с.

- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2 / под ред. В.Р. Алексеева, С.В. Василенко, С.М. Глаголева и др. СПб.: Зоол. ин-т РАН, 1995. 628 с.

- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1 / под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина. М.: Тов-во науч. изданий КМК, 2010. 496 с.

- Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana, 1963. 117 p.

- Pielou E. The measurement of diversity in different types of biological collections // Journal of Theoretical Biology. 1966. Vol. 13. P. 131–144. DOI: 10.1016/0022-5193(66)90013-0.

- Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Advances in Limnology. 1973. Vol. 7. P. 1–218.

- Чуйков Ю.С. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). Тольятти: ИЭВБ РАН, 2000. 196 с.

- Чуйков Ю.С. Трофическая структура сообществ зоопланктона: история и некоторые итоги изучения // Астраханский вестник экологического образования. 2018. № 3 (45). С. 175–185.

- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. М.: Наука, 2005. 263 с.

- Кривенкова И.Ф. Значение фитофильного зоопланктона для экосистемы озера Кенон // Ученые записки ЗабГУ. 2018. Вып. 13. С. 60–65.

- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зообентос и его продукция. Л.: ГосНИОРХ, 1983. 51 с.

- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России / под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолыхина. Т. 2: Зообентос. М.; СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 457 с.

- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 1: Низшие беспозвоночные. СПб.: Наука, 1994. 400 с.

- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 3: Паукообразные. Низшие насекомые. СПб.: Наука, 1997. 439 с.

- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Т. 4: Двукрылые насекомые. СПб.: Наука, 2000. 997 с.

- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий / под ред. С.Я. Цалолыхина. Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 4

лихина. Т. 5: Высшие насекомые. СПб.: Наука, 2001. 825 с.

24. Яковлев В.А. Трофическая структура зообентоса – показатель состояния водных экосистем и качества воды // Водные ресурсы. 2000. Т. 27, № 2. С. 237.

25. Алекин О.А. Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 443 с.

26. Сиротина М.В. Гидрохимические особенности малых рек на территории государственного природного заповедника «Кологривский лес» // Природа Костромского края: современное состояние и экомониторинг: мат-лы межрегион. науч.-практ. конф. Кострома, 2017. С. 71–76.

Информация об авторе(-ах):	Information about the author(-s):
<p><b>Сиротина Марина Валерьевна</b>, доктор биологических наук, заведующий кафедрой биологии и экологии; Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация); научный сотрудник; Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына (г. Кологрив, Костромская область, Российская Федерация). E-mail: mvsirotna@gmail.com.</p> <p><b>Сиротин Алексей Леонидович</b>, ассистент кафедры биологии и экологии; Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация). E-mail: lasirotn@gmail.com.</p> <p><b>Соколова Татьяна Леонидовна</b>, кандидат биологических наук, доцент кафедры биологии и экологии; Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация). E-mail: tl.sokol@yandex.ru.</p> <p><b>Мурадова Людмила Владимировна</b>, кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры биологии и экологии; Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация); научный сотрудник; Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына (г. Кологрив, Костромская область, Российская Федерация). E-mail: mlv44@mail.ru.</p> <p><b>Ситникова Ольга Николаевна</b>, старший преподаватель кафедры биологии и экологии; Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация); научный сотрудник; Государственный природный заповедник «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына (г. Кологрив, Костромская область, Российская Федерация). E-mail: sitnikova.olga1989@yandex.ru.</p> <p><b>Яшнева Елена Александровна</b>, аспирант кафедры биологии и экологии; Костромской государственной университет (г. Кострома, Российская Федерация). E-mail: elenayashneva1811@mail.ru.</p>	<p><b>Sirotnina Marina Valerievna</b>, doctor of biological sciences, head of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation); researcher; State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn (Kologriv, Kostroma Oblast, Russian Federation). E-mail: mvsirotna@gmail.com.</p> <p><b>Sirotnin Alexey Leonidovich</b>, assistant of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation). E-mail: lasirotn@gmail.com.</p> <p><b>Sokolova Tatyana Leonidovna</b>, candidate of biological sciences, associate professor of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation). E-mail: tl.sokol@yandex.ru.</p> <p><b>Muradova Lyudmila Vladimirovna</b>, candidate of agricultural sciences, associate professor of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation); researcher; State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn (Kologriv, Kostroma Oblast, Russian Federation). E-mail: mlv44@mail.ru.</p> <p><b>Sitnikova Olga Nikolaevna</b>, senior lecturer of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation); researcher; State Natural Reserve «Kologrivsky Les» named after M.G. Sinitsyn (Kologriv, Kostroma Oblast, Russian Federation). E-mail: sitnikova.olga1989@yandex.ru.</p> <p><b>Yashneva Elena Aleksandrovna</b>, postgraduate student of Biology and Ecology Department; Kostroma State University (Kostroma, Russian Federation). E-mail: elenayashneva1811@mail.ru.</p>

**Для цитирования:**

Сиротина М.В., Сиротин А.Л., Соколова Т.Л., Мурадова Л.В., Ситникова О.Н., Яшнева Е.А. Зоопланктон и макрозообентос малых водоёмов заповедника «Кологривский лес» имени М.Г. Синицына // Самарский научный вестник. 2023. Т. 12, № 4. С. 129–135. DOI: 10.55355/snv2023124119.