

Зоопланктон, зообентос, зооперифитон

УДК 574.583

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА ЗООПЛАНКТОНА ШЕКСНИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (ВОЛОГОДСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Е. В. Лобуничева, А. И. Литвин, Н. В. Думнич

*Вологодский филиал федерального государственного бюджетного научного учреждения
“Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии”
160012 г. Вологда, ул. Левичева, д. 5, e-mail: lobunicheva_ekat@mail.ru*

Поступила в редакцию 22.01.2022

Проанализирована сезонная динамика состава, структуры и обилия зоопланктона разных участков Шекснинского водохранилища в 2016–2020 гг. В составе зоопланктона водохранилища зарегистрировано 107 видов (Rotifera – 41, Cladocera – 41, Copepoda – 25). В оз. Белое обнаружено 88, в речной части водохранилища – 90 видов. 7 видов обнаружено впервые для озера и 17 для речной части водохранилища. Сообщества разных участков водохранилища сходны по составу зоопланктона (76%). Наиболее разнообразен зоопланктон летом, когда в единичной пробе регистрируется 12–18 видов, а общее число видов составляет 63 в озерной части и 79 – в речной. Наибольший уровень доминирования (0.32–0.38) характерен для зоопланктона в подледный период. В оз. Белое этот показатель выше, чем в речной части водохранилища. Небольшой набор видов (*Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Eudiaptomus gracilis*) характеризуется высокой плотностью во все сезоны года. Часть видов являются доминантами лишь в отдельные периоды. Летом на всей акватории водохранилища доминируют коловратки рода *Polyarthra* и *Mesocyclops leuckarti*. В отдельные годы в конце лета высокую численность формирует *Conochilus unicornis*. В оз. Белое летом доминируют *Daphnia galeata* и *Chydorus sphaericus*. Состав доминантного комплекса зоопланктона разных участков водохранилища в отдельные сезоны года сходен. Лишь в мае структура доминирующего комплекса озерного и речного участков водохранилища различается. Соотношение доминантов в оз. Белое в мае сходно с подледным периодом. Максимальное обилие зоопланктона в водохранилище регистрируется в летний период. Наибольшая численность с мая по ноябрь характерна для копепод. В марте доминируют коловратки. Кладоцеры отмечены в составе доминантов лишь в озерной части водохранилища. Сезонная динамика структуры и обилия зоопланктона в целом соответствовала таковой в 1970-х и начале 2000-х гг.

Ключевые слова: зоопланктон, сезонная динамика, Шекснинское водохранилище, сезоны, состав, структура, доминанты, численность, биомасса.

DOI: 10.47021/0320-3557-2022-18-32

ВВЕДЕНИЕ

Водные сообщества подвержены существенным изменениям состава, структуры и обилия в течение вегетационного сезона, что связано преимущественно с чувствительностью гидробионтов к колебаниям температуры. Исследования в разные сезоны года позволяют выявить истинное видовое богатство и разнообразие, оценить межгодовые изменения структуры и обилия сообществ, объективно проанализировать особенности функционирования водных экосистем.

В Вологодской области исследования зоопланктона, охватывающие все сезоны года, ограничены. Круглогодичные наблюдения за зоопланктоном осуществлялись в конце 1970-х – начале 1980-х гг. на некоторых малых озерах Лозко-Азатской группы [Литвин, 1984 (Litvin, 1984)]. Наблюдения за подледным зоопланктоном проводились на озерах Белое, Кубенское, Сиверское, Зауломское и Бородаевское в 1973, 1977, 1980-х, 1993 и 2001 гг. [Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al., 1981); Ривьер, 2012 (Riviere, 2012)].

Исследования зоопланктона (в том числе мониторинговые) разных участков Шекснинского водохранилища ранее охватывали только период открытой воды [Пидгайко, 1969 (Pidgayko, 1969); Литвин, 1978 (Litvin, 1978); Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al., 1981); Пихтова, 1983 (Pikhtova, 1983); Думнич, 1997 (Dumnich, 1997); Думнич, Крылов, 2002 (Dumnich, Krylov, 2002); Ривьер, Литвинов, 2006 (Riviere, Litvinov, 2006); Думнич, Лобуничева, 2016 (Dumnich, Lobunicheva, 2016) и др.]. Комплексные гидробиологические съемки проводились летом или в начале осени [Думнич, Лобуничева, 2012 (Dumnich, Lobunicheva, 2012); Лазарева и др., 2013 (Lazareva et al., 2013)].

Цель настоящей работы – характеристика и анализ сезонных изменений видового состава, структуры и обилия зоопланктона разных участков Шекснинского водохранилища в 2016–2020 гг.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Шекснинское водохранилище, образованное в результате перекрытия в июне 1963 г. р. Шексны у пос. Усть-Угольское, располагается в западной части Вологодской области и является составной частью Волго-Балтийского водного пути. Водоохранилище включает в себя три участка: участок р. Ковжи Белозерской, Белое озеро (озерная часть) и затопленное русло р. Шексны (речная часть). Первые два участка часто рассматриваются как единый. Общая протяженность водохранилища между Пахомовским и Шекснинским гидроузлами 262 км [Литвинов, 2002 (Litvinov, 2002)].

Озерная часть водохранилища (оз. Белое) площадью 1284 км² мелководна. Средняя глубина озера составляет 4.1 м. Глубины от берегов к центру нарастают постепенно, доходя в центральной части до 6.3 м. Береговая линия и озерная котловина по конфигурации просты, озеро имеет форму почти правильного овала.

Речная часть водохранилища включает в себя затопленное русло и пойму р. Шексна от Белого озера до Шекснинского гидроузла. Длина речного участка 120 км, общая площадь – 381 км². Речная часть подразделяется на собственно речной участок от истока р. Шексны до с. Топорня, Сизьменский разлив и приплотинный плес [Литвинов, 2002 (Litvinov, 2002)].

Исследования зоопланктона проводились в озерной и речной частях Шекснинского водохранилища в 2016–2020 гг. Сбор проб зоопланктона проводили ежегодно в марте, мае, августе и ноябре на стандартной сетке станций. На Белом озере также проводилась ежегодная гидробиологическая съемка в конце сентября–начале октября. Сбор проб во все периоды осуществляли единым орудием лова – сетью Джели с размером ячеей 74 мкм с последующей фиксацией 4%-ным раствором формалина.

Камеральная обработка проб проводилась в соответствии с общепринятыми методиками [Методические рекомендации..., 1982 (Metodicheskie rekomendacii..., 1982)]. Определение таксономической принадлежности организмов осуществлялось с помощью соответствующих

определителей [Определитель зоопланктона..., 2010 (Opredelitel' zooplanktona..., 2010); Мануйлова, 1964 (Manujlova, 1964); Кутикова, 1970 (Kutikova, 1970) и др.] Номенклатура коловраток и ракообразных приведена в соответствии с данными Определителя зоопланктона... [2010 (Opredelitel' zooplanktona..., 2010)] и Определителя ветвистоусых... [Коровчинский и др., 2021 (Korovchinsky et al., 2021)].

Биомассу зоопланктеров рассчитывали по формулам связи массы и длины тела организмов [Балушкина, Винберг, 1979 (Balushkina, Vinberg, 1979); Методические рекомендации..., 1982 (Metodicheskie rekomendacii..., 1982); Ruttner-Kolisko, 1977]. В ходе анализа использовали такие показатели, как число видов (общее и по таксономическим группам), их встречаемость (отношение числа проб, где вид был обнаружен к общему числу проб), индекс доминирования Симпсона [Песенко, 1982 (Pesenko, 1982)]. Выделяли комплекс доминантных видов (виды с относительными численностью более 5% отдельно в группах коловраток и ракообразных [Лазарева и др., 2001 (Lazareva et al., 2001)]), рассчитывали общие численность (тыс. экз/м³) и биомассу (г/м³) зоопланктона и таксономических групп за отдельные периоды наблюдений. Для оценки сходства видового состава зоопланктона использовали индекс Чекановского-Сьеренсена [Песенко, 1982 (Pesenko, 1982)]. Классификацию доминантных комплексов выполняли с использованием иерархического кластерного анализа на основе коэффициента сходства Брея-Кертиса методом попарного присоединения с помощью Past 4.0. При анализе полученных результатов рассчитывали стандартную ошибку среднего арифметического [Ивантер, Коросов, 2003 (Ivanter, Korosov, 2003)].

Данные о температуре воздуха на метеостанции г. Череповец в анализируемый период получены с <https://gp5.ru>, об уровнях воды – <https://gmvo.skniivh.ru>. Параллельно с отбором проб зоопланктона измеряли прозрачность воды при помощи стандартного диска Секки, температуру и насыщение воды растворенным портативным анализатором Самара-2pH.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Бассейн Шекснинского водохранилища характеризуется продолжительной, но сравнительно мягкой зимой, умеренно теплым летом и неустойчивой погодой в переходные периоды [Литвинов, Рошчупко, 2002 (Litvinov, Roshchupko, 2002)].

Для района Шекснинского водохранилища свойственен одновершинный характер кривой хода температуры. Колебания среднемесячных значений температуры воздуха в разные годы значительны и достигают в отдельные месяцы 10–11°C. Наиболее стабильна температура воздуха в начале осени (рис. 1).

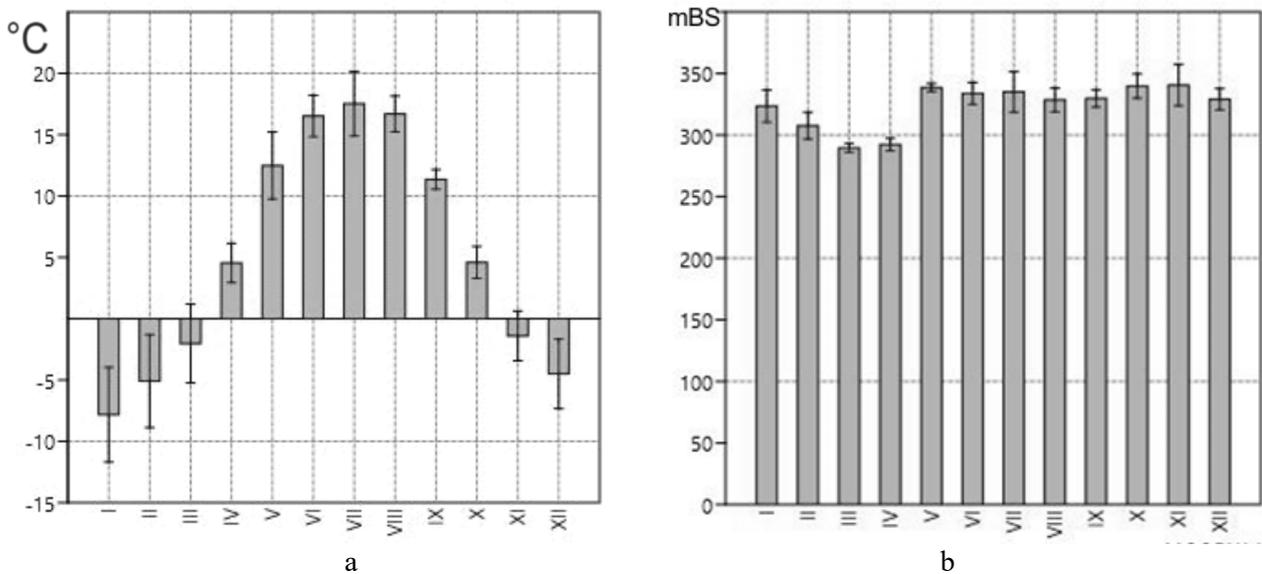


Рис. 1. Динамика температуры воздуха (метеостанция г. Череповец) (а) и уровней воды Шекснинского водохранилища (пост Белозерск) (б) по месяцам в 2016–2020 гг. (95% ДИ) (по <https://rp5.ru>, <https://gmvo.skniivh.ru>).

Fig. 1. Dynamics of air temperature (weather station in Cherepovets) (a) and water levels of the Sheksna reservoir (Belozersk post) (b) by months in 2016–2020 (95% CI) (<https://rp5.ru>, <https://gmvo.skniivh.ru>).

Сезонные колебания уровня воды в Шекснинском водохранилище практически не выражены, что связано с режимом эксплуатации водохранилища как транспортного пути. Это не позволяет выделять для этого водоема основные фазы гидрологического режима, характерные для не зарегулированных водных объектов. Межгодовые колебания уровня воды в разные сезоны года также незначительны.

Термический режим Шекснинского водохранилища определяется морфометрическими особенностями разных участков. Речная часть водохранилища раньше освобождается весной ото льда. Вода в речной части прогревается быстрее [Литвинов, Рошчупко, 2002 (Litvinov, Roshchupko, 2002)].

Колебания некоторых параметров воды на разных участках водохранилища в период отбора проб в 2016–2020 гг. представлены в табл. 1. Несмотря на сезонные и межгодовые колебания, средние значения температуры воды, прозрачности и концентрации кислорода в разные годы очень близки. Средние значения температуры воды сильно зависят от кратковременных изменений метеоусловий в период наблюдений. Речная часть водохранилища характеризуется большей прозрачностью воды. Снижение прозрачности воды в оз. Белое связано с ежегодным массовым развитием сине-зеленых водорослей [Макаренкова, 2018 (Makarenkova, 2018)]. Кислородный режим на всей акватории водохранилища благоприятный.

В составе зоопланктона Шекснинского водохранилища в 2016–2020 гг. зарегистриро-

вано 107 видов животных. Коловратки были представлены 41, ветвистоусые ракообразные – 41, веслоногие ракообразные – 25 видами (табл. 2). Среди коловраток наиболее богаты видами семейства Brachionidae и Synchaetidae. Наибольшее число видов Cladocera принадлежат к семействам Daphniidae и Chydoridae.

В оз. Белое в анализируемый период зарегистрировано 88 видов зоопланктонов (Rotifera – 32, Cladocera – 31, Copepoda – 25), в речной части водохранилища – 90 (Rotifera – 31, Cladocera – 36, Copepoda – 23). Из них 7 видов обнаружено впервые для оз. Белое (*Euchlanis incisa*, *E. oropha*, *Notholca squamula*, *Alonella nana*, *Cyclops abyssorum*, *Eucyclops macruroides*, *Metacyclops gracilis*) и 17 для речной части водохранилища (*Filinia terminalis*, *Euchlanis incisa*, *Brachionus calyciflorus*, *Notholca acuminata*, *N. cinetura*, *Synchaeta verrucosa*, *Mytilina ventralis*, *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus*, *Acroperus angustatus*, *Alonopsis elongata*, *Eurycercus lamellatus*, *Cyclops abyssorum*, *Eucyclops macruroides*, *E. macrurus*, *E. speratus*, *Microcyclops varicans*).

Сообщества озерного и речного участков водохранилища характеризуются значительным сходством состава зоопланктона (индекс Чекановского-Сьеренсена 76%). Лишь в речной части водохранилища обнаружены такие тривиальные для таежных водоемов виды, характерные для литорали и зарослей макрофитов, как *Scapholeberis mucronata*, *Simocephalus vetulus*, *Eurycercus lamellatus*, *Acroperus angustatus*, *Alonopsis elongata*, *Pleuroxus trunca-*

tus, *Rhynchotalona falcata*, *Macrothrix hirsuticornis*, *Ectocyclops phaleratus*. Только в озерной части водоема осенью 2016 г. была зарегистрирована *Diaphanosoma orghidani*, вид-вселенец из более южных участков Волго-

Балтийского водного пути [Лазарева, 2008 (Lazareva, 2008)]. В 2005 и 2007 гг. этот вид указывался по всей акватории водохранилища [Лазарева и др., 2013 (Lazareva et al., 2013)].

Таблица 1. Температура, прозрачность и концентрация в воде кислорода на разных участках Шекснинского водохранилища в периоды отбора проб

Table 1. Temperature, transparency and concentration of oxygen in water in different parts of the Sheksna reservoir during sampling date

Период наблюдений Sampling date	Температура воды, °C Water temperature, °C		Прозрачность, м Transparency, m		Концентрация кислорода, мг/л Concentration of oxygen, mg/l	
	колебания fluctuations	средняя average	колебания fluctuations	средняя average	колебания fluctuations	средняя average
озерная часть / lake part						
30.03.–8.11.2016	0.4–18.5	9.4±0.97	0.4–1.1	0.8±0.05	10.4–17.2	13.7±1.18
1.03.–14.11.2017	0.8–16.2	9.7±0.88	0.6–1.3	0.8±0.04	8.9–17.2	11.0±0.38
21.03.–8.11.2018	0.4–20.5	9.8±1.26	0.2–1.0	0.6±0.05	8.2–15.2	10.7±0.34
19.03.–25.11.2019	0.1–18.3	7.9±1.09	0.2–1.8	0.8±0.10	9.7–16.5	12.1±0.44
23.03.–25.11.2020	0.5–18.3	9.5±1.23	0.6–1.5	1.1±0.06	9.0–13.9	11.0±0.34
речная часть / river part						
2.02.–7.11.2016	0.2–21.3	8.6±2.12	0.5–1.5	1.1±0.24	3.8–17.7	12.6±2.38
2.03.–22.11.2017	0.5–20.8	12.8±1.82	0.5–1.3	1.1±0.06	10.1–16.3	12.0±0.57
15.03.–31.10.2018	0.4–19.8	10.0±2.45	0.6–1.2	0.9±0.07	8.6–14.7	11.6±0.59
19.03.–12.11.2019	0.1–19.5	8.6±2.52	1.0–1.5	1.2±0.08	8.2–15.6	12.2±0.77
18.03.–10.11.2020	0.5–20.5	7.9±2.21	0.5–1.5	1.0±0.11	8.0–13.1	10.6±0.43

Таблица 2. Состав, встречаемость и доминантные виды зоопланктона Шекснинского водохранилища в разные периоды 2016–2020 гг.

Table 2. Species composition and occurrences and dominant species of zooplankton of the Sheksna reservoir in different periods 2016–2020

Таксон Taxon	Участок водохранилища / Reservoir part									
	озерная (оз. Белое) lake part (Beloe Lake)					речная часть river part				
	III	V	VIII	X	XI	III	V	VIII	XI	
Тип Rotifera										
Сем. Philodinidae										
<i>Dissotrocha aculeata aculeata</i> (Ehrenberg)	–	+	–	–	–	–	+	–	–	–
Сем. Filiniidae										
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	–	+	+	+	–	–	+	+	–	–
<i>F. terminalis</i> (Plate)	–	–	–	–	–	+	–	–	–	–
Сем. Testudinellidae										
<i>Testudinella patina</i> (Hermann)	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Сем. Conochilidae										
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet	–	+	⊕	+	–	–	+	⊕	–	–
<i>C. hippocrepis</i> (Schrank)	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Сем. Epiphanidae										
<i>Epiphanes macroura</i> (Barrois & Daday)	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
Сем. Euchlanidae										
<i>Euchlanis deflexa</i> (Gosse)	–	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>E. dilatata</i> Ehrenberg	–	+	+	+	–	–	+	+	–	–
<i>E. d. lucksiana</i> Hauer	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–
<i>E. incisa</i> Carlin	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–
<i>E. meneta</i> Myers	–	–	–	+	–	–	–	+	–	–
<i>E. oropha</i> Gosse	–	–	–	+	–	–	–	–	–	–

Таксон Taxon	Участок водохранилища / Reservoir part									
	озерная (оз. Белое) lake part (Beloe Lake)					речная часть river part				
	III	V	VIII	X	XI	III	V	VIII	XI	
<i>Euchlanis</i> sp.	-	-	+	+	-	-	+	+	-	
Сем. Brachionidae										
<i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas	+	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>B. quadridentatus</i> Herman	-	-	-	+	-	+	-	-	-	
<i>Brachionus</i> sp.	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Notholca acuminata</i> (Ehrenberg)	-	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>N. caudata</i> Carlin	+	-	-	-	-	+	-	-	+	
<i>N. cinetura</i> Skorikov	+	-	-	-	+	+	-	-	+	
<i>N. squamula</i> (Müller)	+	-	-	-	-	+	-	-	-	
<i>Notholca</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	+	+++	+++	+++	+	+++	+++	+++	++	
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	+++	+++	++	+++	+++	+++	+++	++	+++	
<i>K. hiemalis</i> Carlin	++	+	-	-	-	++	+	-	+	
<i>K. quadrata</i> (Müller)	+++	+++	+	++	+	++	+++	+	+	
<i>K. serrulata</i> (Ehrenberg)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
Сем. Asplanchidae										
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse	+	++	+	+++	++	+	+++	++	++	
<i>A. herricki</i> Guerne	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
Сем. Synchaetidae										
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	-	+	+	+	-	-	+	+	-	
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin	-	-	+	+	-	-	-	+	+	
<i>P. dolichoptera</i> Idelson	-	-	-	+	-	-	+	-	+	
<i>P. luminosa</i> Kutikova	-	-	-	-	-	-	-	+	+	
<i>P. major</i> Burckhardt	-	-	+	+	-	-	-	-	-	
<i>Polyarthra</i> sp.	+	+	++	++	+	+	++	+++	+	
<i>Synchaeta verrucosa</i> Nipkow	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>S. grandis</i> Zacharias	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>S. pectinata</i> Ehrenberg	+	++	-	-	+	-	+	+	+	
<i>Synchaeta</i> sp.	+	-	-	+	+	-	+	-	-	
Сем. Mytilinidae										
<i>Mytilina ventralis</i> (Ehrenberg)	-	+	-	-	-	-	-	+	-	
Сем. Notommatidae										
<i>Notommata</i> sp.	-	-	-	-	-	-	+	-	-	
<i>Cephalodella</i> sp.	+	-	-	+	-	-	-	-	-	
Сем. Trichocercidae										
<i>Trichocerca (Diurella) brachyura</i> (Gosse)	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>T. (s. str.) longiseta</i> (Schrank, 1802)	-	+	-	-	-	-	-	-	-	
<i>Trichocerca</i> sp.	-	-	+	+	-	-	-	+	-	
Сем. Trichotriidae										
<i>Trichotria curta</i> (Skorikov)	-	-	-	-	-	-	-	+	-	
<i>T. truncata</i> (Whitelegge)	-	-	+	-	-	-	-	-	+	
<i>Trichotria</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-	
Тип Arthropoda										
Подтип Crustacea										
Сем. Sididae										
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Liévin)	-	+	++	+	-	-	+	++	-	
<i>D. orghidani</i> Negrea	-	-	-	+	-	-	-	-	-	
<i>Limnoscia frontosa</i> Sars	-	+	+++	++	-	-	++	+++	-	
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller)	-	-	+	+	-	-	+	++	-	

Таксон Taxon	Участок водохранилища / Reservoir part								
	озерная (оз. Белое) lake part (Beloe Lake)					речная часть river part			
	III	V	VIII	X	XI	III	V	VIII	XI
Сем. Daphniidae									
<i>Daphnia (Daphnia) cucullata</i> Sars	-	+	++	+	+	+	-	++	-
<i>D. (D.) cristata</i> Sars	+	++	++	+++	+	+	++	+++	+
<i>D. (D.) galeata</i> Sars	-	-	+++	+++	+	+	+	++	+
<i>D. (D.) hyalina</i> Leydig	-	+	+	+	-	-	-	+	-
<i>D. (D.) longiremis</i> Sars	-	+	+	-	+	+	-	+	+
<i>D. (D.) longispina</i> (O.F. Müller)	-	+	-	+++	+	-	+	++	
<i>Daphnia</i> sp.	-	+	+	+	-	-	-	+	—
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars	-	-	+	-	-	-	+	+	-
<i>C. quadrangula</i> (O.F. Müller)	-	-	+	-	-	-	+	+	+
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	-	-	+	+	+	-	+	+	-
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Simocephalus (Simocephalus) vetulus</i> (O.F. Müller)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
Сем. Bosminidae									
<i>Bosmina (Eubosmina) cf. coregoni</i> Baird	+	++	++	+++	+++	+	+++	+++	+++
<i>B. (E.) cf. crassicornis</i> Lilljeborg	-	-	+	-	-	-	-	++	+
<i>B. (E.) cf. gibbera</i> Schödler	-	+	++	++	++	-	+	+	+
<i>B. (E.) cf. cederströmi</i> Schödler	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>B. (E.) cf. kessleri</i> Uljanin	-	+	+	+	-	—	+	+	-
<i>B. (E.) cf. reflexa</i> Seligo	-	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>B. (E.) cf. longispina</i> Leydig	-	+	+	+++	+	+	+	++	++
<i>B. (Bosmina) longirostris</i> (O.F. Müller)	+	++	++	+	++	+	+	+	+
<i>Bosmina</i> sp.	-	-	+	+	-	-	+	+	+
Сем. Chydoridae									
<i>Acroperus angustatus</i> Sars	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>A. harpae</i> (Baird)	-	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Müller)	-	+	+	+	+	-	-	+	+
<i>Alona</i> sp.	-	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Biapertura affinis</i> Leydig	-	+	+	-	-	-	-	-	+
<i>Flavalona costata</i> (Sars)	-	-	-	+	-	-	-	+	-
<i>Coronatella rectangula</i> (Sars)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Alonella nana</i> (Baird)	-	+	-	-	-	-	-	+	-
<i>Alonella</i> sp.	-	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Alonopsis elongata</i> (Sars)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller)	-	+++	+++	+++	+	+	+++	+++	+
<i>C. ovalis</i> Kurz	-	-	+	+	-	-	-	+	-
<i>Pseudochydorus globosus</i> (Baird)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch)	-	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer)	+	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine)	-	+	-	-	-	—	-	-	-
<i>P. truncatus</i> (O.F. Müller)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Pleuroxus</i> sp.	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Rhynchotalona falcata</i> (Sars)	-	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Monospilus dispar</i> Sars	-	-	+	-	+	-	-	+	-
Сем. Macrothricidae									
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady	-	-	-	-	-	-	+	-	-
Сем. Ilyocryptus									
<i>Ilyocryptus acutifrons</i> Sars	-	-	-	-	+	-	-	-	-

Таксон Taxon	Участок водохранилища / Reservoir part								
	озерная (оз. Белое) lake part (Beloe Lake)					речная часть river part			
	III	V	VIII	X	XI	III	V	VIII	XI
Сем. Euryceridae									
<i>Eurycerus (Eurycerus) lamellatus</i> (O.F. Müller)	–	–	–	–	–	–	–	+	–
Сем. Cercopagidae									
<i>Bythotrephes longimanus</i> Leydig	–	–	+	+	–	–	–	+	–
<i>B. brevimanus</i> Lilljeborg	–	–	+	+	–	–	–	–	–
<i>B. cederströmii</i> Schödler	–	+	–	+	–	–	+	+	–
Сем. Polyphemidae									
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus)	–	–	–	–	+	–	–	+	–
Сем. Leptodoridae									
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke)	–	+	++	+++	–	–	+	+++	–
Сем. Diaptomidae									
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars)	☐+++	+++	☐+++	☐+++	☐+++	☐+++	☐+++	☐+++	☐+++
<i>E. graciloides</i> (Lilljeborg)	+	–	–	+	–	–	–	+	–
Сем. Temoridae									
<i>Heterocope appendiculata</i> Sars	–	+	+++	++	+	–	++	++	+
Сем. Cyclopidae									
<i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer)	+	–	–	+	–	–	–	–	–
<i>Cyclops strenuus</i> Fischer	–	+	++	+	+	+	++	+	–
<i>C. vicinus</i> Uljanin	–	+	+	+	+	–	++	+	+
<i>C. abyssorum</i> Sars	–	+	+	–	+	+	+	+	–
<i>C. kolensis</i> Lilljeborg	+	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>C. scutifer</i> Sars	+	+	+	–	–	+	+	+	–
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars)	–	+	++	+++	☐++	–	++	☐++	+
<i>T. crassus</i> (Fischer)	–	+	–	–	–	–	+	+	–
<i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus)	+	+	+	+	–	+	+	+	–
<i>Ectocyclops phaleratus</i> (Koch)	–	–	–	–	–	–	–	+	–
<i>Eucyclops serrulatus</i> (Fischer)	+	+	++	+	+	+	++	+	–
<i>E. macruroides</i> (Lilljeborg)	–	–	++	–	+	–	–	+	–
<i>E. macrurus</i> (Sars)	–	–	+	+	+	–	–	+	–
<i>E. speratus</i> (Lilljeborg)	–	–	–	–	+	–	–	+	+
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine)	–	–	–	+	+	–	–	+	–
<i>Megacyclus gigas</i> (Claus)	–	–	+	+	–	–	–	–	–
<i>Megacyclus viridis</i> (Jurine)	+	+	+	++	++	–	+	+	+
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus)	+	+++	☐+++	☐+++	+	+	☐+++	☐+++	++
<i>Metacyclus gracilis</i> (Lilljeborg)	–	+	–	–	–	–	–	–	–
<i>Microcyclus varicans</i> (Sars)	–	–	–	+	–	–	+	–	–
<i>Paracyclus affinis</i> (Sars)	–	+	+++	+	+	–	++	++	+
<i>P. fimbriatus</i> (Fischer)	–	+	+	+	–	–	+	+	–
Harpacticiformes	–	–	–	–	+	–	+	–	+
Общее число видов, в том числе	25	49	63	62	37	29	52	79	33
Rotifera	12	15	19	22	8	14	19	19	13
Cladocera	4	18	27	22	13	7	16	39	10
Copepoda	9	16	17	18	16	8	17	21	10

Примечание. +++ – вид встречается очень часто (>50% проб), ++ – часто (25–49%), + – редко (<24%), знаком ☐+ отмечены доминирующие виды.

Note. +++ – the species is widespread (>50% of the samples), ++ – the species is common (25–49% of the samples), + – the species is rare (<24% of the samples).

В подледный период в зоопланктоне водоема обнаружено наименьшее число видов (табл. 2). В единичной пробе регистрируется в среднем 5 ± 0.8 видов зоопланктеров в озерной части и 6 ± 0.8 видов в речной части водохранилища. Большая часть видов, отмеченных в подледный период, встречаются в водохранилище в течение всего года. За счет криофильных форм (р. *Notholca*, *Filinia terminalis*) в этот период увеличивается разнообразие коловраток. В подавляющем большинстве проб регистрируются *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* и калянида *Eudiaptomus gracilis*, которые также и доминируют в сообществе.

С распалением льда и увеличением температуры воды в зоопланктоне водохранилища увеличивается разнообразие организмов, особенно ракообразных. В мае 2016–2020 гг. в озерной части водохранилища обнаружено 49 видов зоопланктеров, в речной – 52 вида. Видовое богатство зоопланктона в пробе варьировало от 10 ± 1.5 до 17 ± 0.6 в озерной части и от 7 ± 0.6 до 12 ± 0.3 в речной части водохранилища. Набор видов с высокой встречаемостью расширяется преимущественно за счет кладоцер (*Daphnia cristata*, *Bosmina cf. coregoni*, *B. longirostris*, *Chydorus sphaericus*) и *Mesocyclops leuckarti*. Состав комплекса доминантов остается неизменным (табл. 2).

Максимальное видовое богатство зоопланктона на всей акватории водохранилища наблюдается в летний период. Наиболее разнообразна в этот период группа ветвистоусых ракообразных. В речной части Шекснинского водохранилища видовое богатство кладоцер выше за счет фитофильных видов из семейств Daphniidae и Chydoridae. Число видов в единичной пробе в летний период сходно на всей акватории водохранилища. В речной части этот показатель колебался от 13 ± 1.4 до 18 ± 1.7 видов, в оз. Белое – от 12 ± 0.5 до 17 ± 0.7 видов. В летний период ядро сообщества составляют порядка 9–10 видов. Помимо *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata* и *Eudiaptomus gracilis*, это кладоцеры *Daphnia cristata*, *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus* и циклоп *Mesocyclops leuckarti*. В озерной части водохранилища высокой встречаемостью характеризуется также *Bosmina longirostris* и *Daphnia galeata*. В августе на всей акватории водохранилища увеличивается встречаемость всех видов рода *Daphnia*, *Diaphanosoma brachyurum* и *Limnosida frontosa*.

В конце сентября–начале октября число видов в составе зоопланктона оз. Белое соответствует летним значениям (табл. 2). Не-

сколько снижается число видов в единичной в пробе (7 ± 0.7 – 17 ± 0.4). Уменьшается встречаемость в сообществе видов семейства Sididae и копепод, за исключением доминирующих *Mesocyclops leuckarti* и *Thermocyclops oithonoides*. В большинстве проб в первой половине осени регистрируется *Daphnia cristata*, *D. longispina*, *Bosmina coregoni*, *Leptodora kindtii*.

В конце осени до замерзания водоема видовое богатство зоопланктона значительно снижается. Особенно это заметно в речной части водохранилища, где в летний период по числу видов преобладали кладоцеры. Число видов зоопланктеров в единичной пробе сходно на всех участках водоема и варьирует в разные годы от 3 ± 0.3 до 11 ± 1.4 . Среднее число видов в пробе сравнимо с аналогичным показателем в подледный период (7 ± 1.0). В ноябре в сообществе водохранилища вновь отмечаются холодолюбивые коловратки р. *Notholca*, не свойственные зоопланктону водоема в весенне-летний период. Однако, разнообразие этой группы коловраток ниже, чем в марте. Реже встречается и не является доминантом *Kellicottia longispina*. Среди коловраток повсеместно в водоеме доминирует *Keratella cochlearis*. В речной части водохранилища доминантами являются также *Keratella quadrata* и *Polyarthra* sp. Снижается встречаемость большинства ракообразных. В составе доминантов сохраняются *Bosmina coregoni* и *Eudiaptomus gracilis*.

Уровень доминирования отражает сезонные изменения структуры сообществ. Максимальные значения индекса доминирования Симпсона характерны для зоопланктона Шекснинского водохранилища в марте (0.32–0.38). В летний период уровень доминирования минимален (0.13–0.21). При этом в оз. Белое этот показатель во все периоды наблюдений, за исключением конца осени выше (рис. 2). В целом показатель доминирования соответствует таковому в Рыбинском водохранилище и мезо-эвтрофных водоемах [Лазарева, 2010 (Lazareva, 2010)].

Относительная численность доминантных видов зоопланктона меняется в течение года (рис. 3). Небольшой набор видов (*Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Eudiaptomus gracilis*) характеризуется высокой плотностью во все сезоны года. Часть видов являются доминантами в водохранилище лишь в отдельные периоды.

Зимой помимо указанных выше видов в число доминантов в водохранилище входит криофильная *Keratella hiemalis*. Как и во мно-

гих водоемах [Ривьер, 2012 (Riviere, 2012)] этот вид регистрируется в планктоне Шекснинского водохранилища почти исключительно в подледный период. Лишь в мае 2020 г. при сравнительно низкой температуре воды в озерной и речной частях водохранилища на отдельных станциях мониторинга были обнаружены единичные особи этого вида. В озере зимой в число доминантов входит *Synchaeta pectinata*, в речной части – *Asplanchna priodonta*.

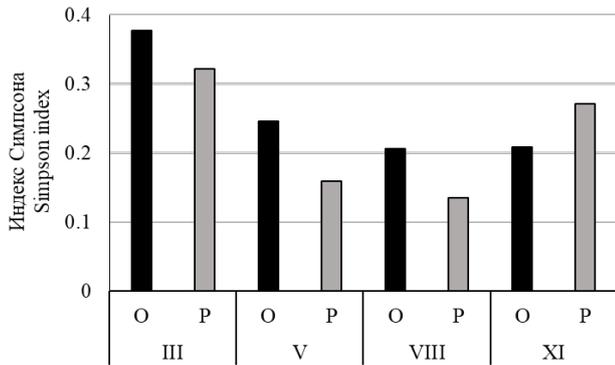


Рис. 2. Сезонная динамика индекса доминирования Симпсона зоопланктона Шекснинского водохранилища в 2016–2020 гг. По оси ординат – участки водохранилища и месяцы: О – озерный, Р – речной, III – март, V – май, VIII – август, XI – ноябрь.

Fig. 2. Seasonal dynamics of the Simpson dominance index of zooplankton in the Sheksna reservoir in 2016–2020. Y-axis – reservoir parts and months: O – lake part, P – river part, III – March, V – May, VIII – August, XI – November.

В мае в составе зоопланктона водохранилища доминируют коловратки и циклопы. На всей акватории водохранилища доминантами являются *Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis* и *K. quadrata*. Среди веслоногих рачков преобладают науплии и копеподиты циклопид и *Eudiaptomus gracilis*.

В летний период в состав доминантного комплекса зоопланктона на всей акватории водохранилища входят коловратки рода *Polyarthra* и *Mesocyclops leuckarti*. Циклоп присутствует в составе сообщества весь год, но доминантом является лишь в летний период. В речной части водохранилища *M. leuckarti* доминирует и в мае (табл. 2). В отдельные годы в конце лета высокую численность формирует *Conochilus unicornis*. Особенно велика его плотность в озерной части водохранилища. В озере Белом летом доминируют *Daphnia galeata* и *Chydorus sphaericus*.

Осенью уровень доминирования в сообществе повышается (рис. 2). Повсеместно в водоеме доминируют *Keratella cochlearis*, *Bosmina coregoni* и *Eudiaptomus gracilis*. В речной части водохранилища к доминантам относятся также *Keratella quadrata* и *Polyarthra* sp., в озерной – *Thermocyclops oithonoides*.

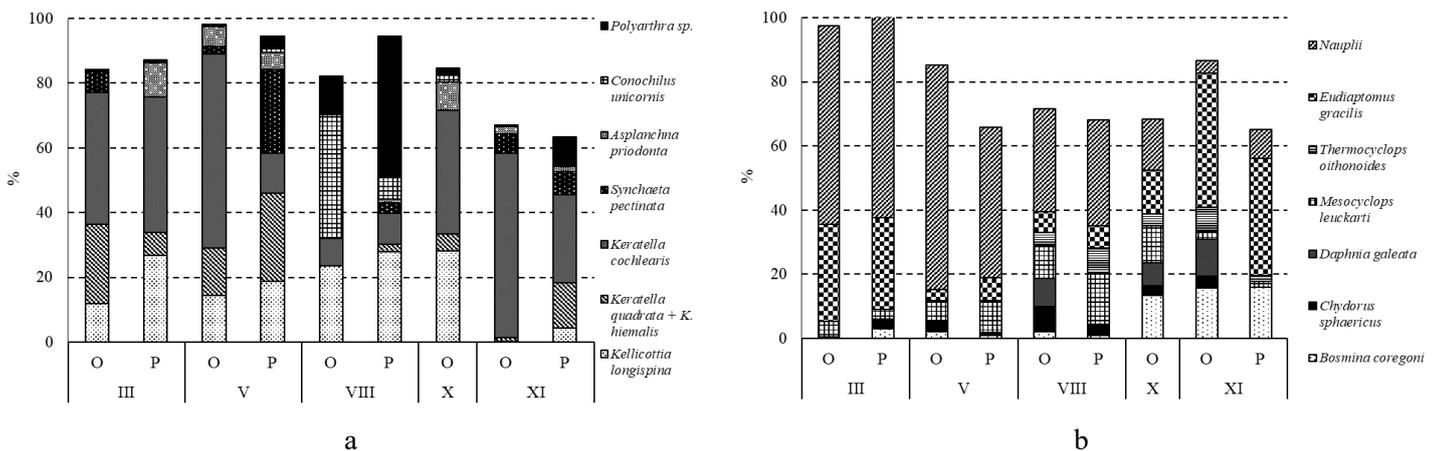


Рис. 3. Относительная численность доминантов зоопланктона разных участков Шекснинского водохранилища в 2016–2020 гг. (а – коловратки, б – ракообразные). Обозначения аналогичны рис. 2.

Fig. 3. Relative abundance of zooplankton dominants in different parts of the Sheksna reservoir in 2016–2020 (a – Rotifera, b – Crustacea). Notation is similar to the fig. 2.

Состав доминантного комплекса зоопланктона разных участков водохранилища в отдельные сезоны года сходен (рис. 4). При этом уровень сходства состава доминантов в разные сезоны низкий. Исключение со-

ставляет лишь весенний период. В мае структура доминирующего комплекса озерного и речного участков водохранилища различается. Относительная численность доминантов в озере в значительной степени сходна с таковой

в подледный период. Вероятно, это связано с более медленным прогревом воды в озерной части водоема.

За анализируемый 5-летний период численность и биомасса зоопланктона сильно варьировали. Это связано с естественными различиями метеоусловий в периоды наблюдений и колебаниями обилия отдельных видов. При этом характер кривых изменения численности и биомассы зоопланктона Шекснинского водохранилища сходен за весь анализируемый период и характеризуется максимумом летом (рис. 5).

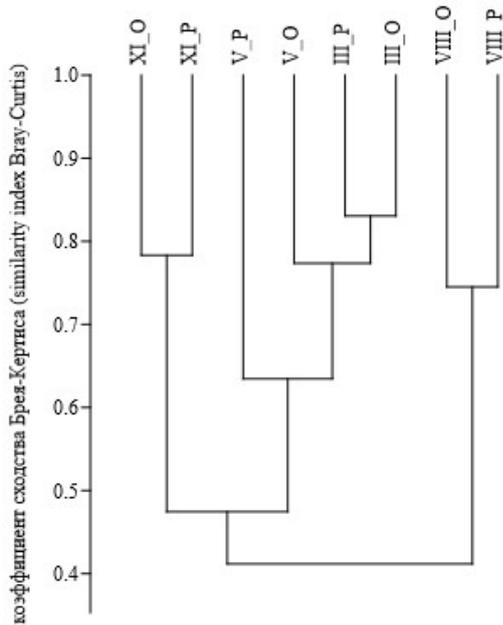


Рис. 4. Дендрограмма сходства доминантного комплекса зоопланктона Шекснинского водохранилища в разные сезоны года по относительной численности (2016–2020 гг.). Участки водохранилища: О – озерный, Р – речной; месяцы: III – март, V – май, VIII – август, XI – ноябрь.

Fig. 4. Dendrogram of the similarity of the dominant zooplankton complex of the Sheksna reservoir in different seasons of the year of relative abundance (2016–2020). Reservoir parts: O – lake part, P – river part, months: III – March, V – May, VIII – August, XI – November.

В отдельные годы благодаря массовому развитию коловраток регистрировалось увеличение обилия зоопланктона в мае (*Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *Asplanchna priodonta*) и августе (*Conochilus unicornis*).

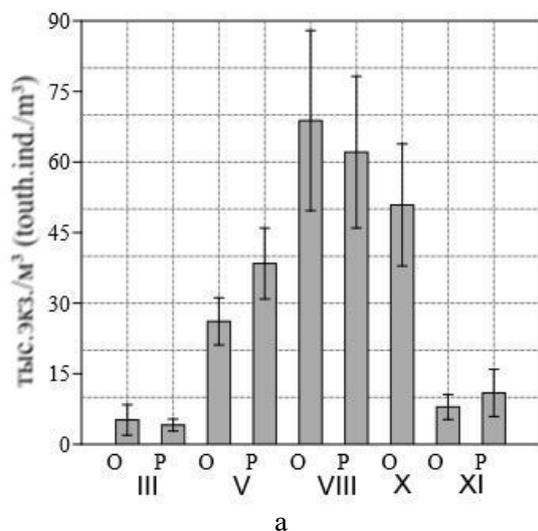
Основу численности и биомассы зоопланктона в водохранилище в период открытой воды составляют ракообразные (рис. 6). Высокая относительная численность характерна для циклопов. Обилие коловраток максимально в подледный период и

минимально осенью. Доля ветвистоусых рачков в общей численности зоопланктона увеличивается летом. При этом в августе в оз. Белое клadoцеры (*Daphnia galeata* и *Chydorus sphaericus*) входят в состав доминантного комплекса. В речной части водохранилища, несмотря на то, что клadoцеры составляют в среднем 23% общей численности зоопланктона, в составе доминантов представителей этой группы зоопланктеров нет (рис. 3). Преобладают по численности среди них *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Daphnia cristata*, *Limnoscida frontosa*. В оз. Белое осенью *Bosmina coregoni* и *Daphnia galeata* являются доминантами, составляя суммарно от 20 (начало октября) до 28% (ноябрь) общей численности зоопланктона. В речной части водохранилища поздней осенью доминантом среди клadoцер является лишь *Bosmina coregoni* (рис. 3).

Изменения относительной биомассы разных групп зоопланктеров на разных участках водохранилища сходны. В зимне-весенний период основу биомассы составляют циклопы, летом – клadoцеры. На всей акватории водоема в этот период отмечается высокая биомасса представителей рода *Daphnia*, в речной части – *Limnoscida frontosa*, *Sida crystallina*. Осенью основу биомассы клadoцер составляют *Daphnia galeata*, *D. longispina*, *Bosmina coregoni*. Доля копепоид в численности и биомассе зоопланктона максимальна весной, когда регистрируется высокое обилие молодежи. В летне-осенний период относительное обилие циклопов снижается. Наибольшие численность и биомасса характерны для *Eudiaptomus gracilis*, *Mesocyclops leuckarti*.

Сезонная динамика зоопланктона Шекснинского водохранилища в первые годы после его создания характеризовалась двумя максимумами биомассы в начале и конце лета [Луферова, 1966 (Lufurova, 1966)]. В 1976 г. увеличение биомассы зоопланктона было зарегистрировано также в середине осени [Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al., 1981)]. К сожалению, в 2016–2020 гг. исследований водоема в начале лета не проводилось. Проследить изменения обилия зоопланктона в течение лета можно лишь по данным 2017 г., когда исследования речной части водохранилища проводились в июле и августе. В июле 2017 г. средняя биомасса зоопланктона этого участка водохранилища составляла 1.1 г/м³, а в августе – 0.5 г/м³. В оз. Белое в начале октября, как правило, не регистрируется значительного, по сравнению с летней, снижения биомассы зоопланктона. Таким образом, для зоопланктона Шекснинского водохранилища характерны, как ми-

нимум, два максимума биомассы (летний и осенний). При этом пик биомассы регистрируется во второй половине лета. Сходная сезон-



ная динамика биомассы зоопланктона характерна для Рыбинского водохранилища [Лазарева, 2010 (Lazareva, 2010)].

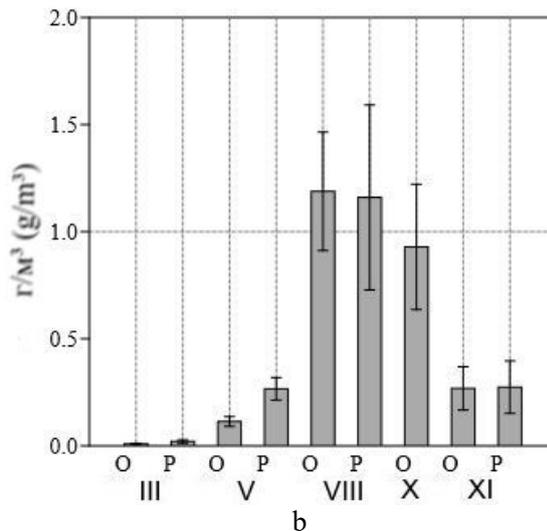


Рис. 5. Средние численность (а) и биомасса (б) зоопланктона разных участков Шекснинского водохранилища в разные сезоны года (2016–2020 гг.). Обозначения аналогичны рис. 2.

Fig. 5. The average values of the density (a) and biomass (b) of zooplankton in different parts of the Sheksna reservoir (2016–2020). Notation is similar to the fig. 2.

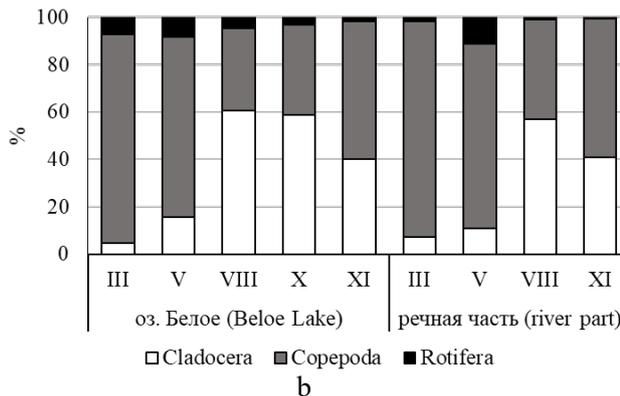
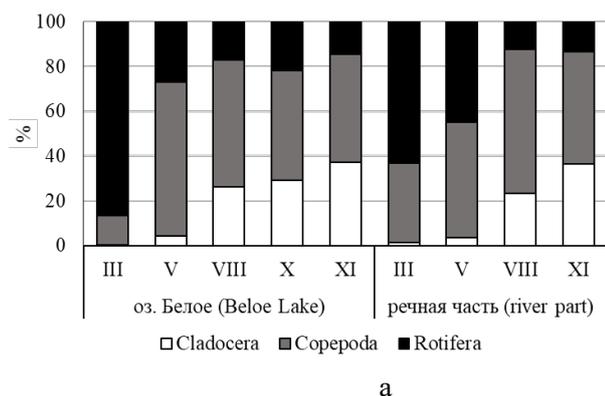


Рис. 6. Относительные численность (а) и биомасса (б) основных групп зоопланктона разных участков Шекснинского водохранилища в разные сезоны года (2016–2020 гг.). Обозначения аналогичны рис. 2.

Fig. 6. Relative abundance (a) and biomass (b) of main groups of zooplankton in different parts of the Sheksna reservoir (2016–2020). Notation is similar to the fig. 2.

Обилие зоопланктона варьирует в разные годы [Думнич, Крылов, 2002 (Dumnich, Krylov, 2002); Лазарева и др., 2013 (Lazareva et al., 2013)]. Численность и биомасса зоопланктона в марте 2016–2020 гг. близки к регистрируемому в 1973, 1977 и 1981 гг. [Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al., 1981); Ривьер, 2012 (Riviere, 2012)]. В летний период 2016–2020 гг. численность зоопланктона на всей акватории водоема была ниже, чем в 2005 и 2007 гг. [Лазарева и др., 2013 (Lazareva et al., 2013)]. Биомасса зоопланктона оз. Белое в анализируемый период была ниже, чем в 2005 и 2007 гг. (2.6 ± 0.43 и 1.7 ± 0.18 г/м³). Биомасса зоопланктона речной части водохранилища в среднем за 2016–2020 гг. близка к таковой в 2007 г. (1.42 ± 0.21), но ниже среднего значения

в 2005 г. (2.84 ± 0.38). Средняя численность летнего зоопланктона водохранилища в 2016–2020 гг. была сходна с таковой (66.5 тыс. экз/м³) в 1962 г. и 1970-е годы [Пидгайко, 1969 (Pidgayko, 1969); Литвин, 1978 (Litvin, 1978); Пихтова, 1981 (Pikhtova, 1981)]. Значения биомассы в анализируемый период и 1970-е гг. также сопоставимы [Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al., 1981); Думнич, Крылов, 2002 (Dumnich, Krylov, 2002)].

В конце сентября – октябре в анализируемый период в озерной части водохранилища численность и биомасса зоопланктона сопоставима с таковыми, начиная с 2007 г. В конце 1990-х – начале 2000-х гг. регистрировалось снижение обилия зоопланктона в водоеме в этот период [Думнич, Лобуничева,

2016 (Dumnich, Lobunicheva, 2016)]. В октябре 1976 г. при температуре 1°C биомасса зоопланктона озера составляла 0.5 г/м³ [Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al., 1981)]. В 2016–2020 гг. подобного резкого снижения температур не регистрировалось. Средняя температура воды в октябре 2016–2020 гг. составляла 9.4±0.70, а средняя биомасса зоопланктона – 0.9±0.29 г/м³.

Структура зоопланктона Шекснинского водохранилища сформировалась уже в первый год после его создания [Луферова, 1966 (Luferova, 1966)] и относительно стабильна, несмотря на межгодовые колебания обилия [Думнич, Лобуничева, 2016 (Dumnich, Lobunicheva, 2016)]. Наибольшими встречаемостью и обилием характеризуются виды, свойственные водоемам с замедленным водообменом. В зимний период в сообществе во все периоды наблюдений преобладали коловратки и веслоногие ракообразные. Доминирование копепод, в частности каляниды *Eudiaptomus gracilis*, отмечалось в марте 1973 г. [Смирнова и др., 1981 (Smirnova et al.,

1981)]. В марте 1977 и 1981 гг., как и в 2016–2020 гг., в сообществе преобладали коловратки (*Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *K. quadrata*, *K. hiemalis*) [Ривьер, 2012 (Riviere, 2012)]. Отмечаемые ранее в составе зимнего зоопланктона кладоцеры *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus* и виды рода *Daphnia* регистрировались в сборах последних лет не каждый год и единичными экземплярами.

Состав и относительная численность доминантов зоопланктона в августе 2016–2020 гг. были практически идентичны таковым в 2005, 2007 гг. [Лазарева и др., 2013 (Lazareva et al., 2013)]. Отличия свойственны речному участку водохранилища, где из набора доминантных видов выпали *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma brachyurum*, *Daphnia cucullata*. Кроме того, на всей акватории водохранилища в августе 2016–2020 гг. доминировала *Keratella cochlearis*, хотя ее численность была ниже других коловраток-доминантов (*Kellicottia longispina*, *Conochilus unicornis*, *Polyarthra* sp.).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Для зоопланктона Шекснинского водохранилища характерны сезонные изменения состава, структуры и обилия. Зоопланктон разных участков водоема сходен по составу. Максимальное видовое богатство регистрируется в летний период. Видовое богатство зоопланктона в речной части водохранилища несколько выше благодаря фитофильным видам.

Высокой встречаемостью в водоеме характеризуются порядка 20 видов. Из них половина часто встречается на протяжении всего периода открытой воды. В подледный период в водохранилище регистрируются преимущественно криофильные коловратки. Летом увеличивается разнообразие и встречаемость кладоцер.

Структура доминантного комплекса зоопланктона в отдельные сезоны года сходна

на разных участках водохранилища. При этом сходство комплекса доминантов в разные сезоны низкое. Наиболее специфично соотношение доминантов зоопланктона весной в речной части водохранилища.

Величины и сезонная динамика средних численности, биомассы и соотношение основных групп зоопланктона в разных частях водохранилища сходны. Различия проявляются в обилии отдельных видов. Максимальное развитие зоопланктона закономерно наблюдается в летний период. Наибольшие отличия обилия зоопланктона озерного и речного участков проявляются весной, когда выражены различия температуры воды.

Работа выполнена в рамках государственного задания № 076-00002-21-01.

Авторы благодарны сотрудникам Вологодского филиала ФГБНУ “ВНИРО” за огромную помощь в сборе полевого материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балушкина Е.В., Винберг ГГ. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–79.
- Думнич Н.В. Изменение состояния зоопланктона оз. Белого за двадцатилетний период // Проблемы экологии, биоразнообразия и охраны прибрежно-водных и водных экосистем: тез. докл. X Всерос. конф. молодых ученых. Борок, 1997. С. 30–32.
- Думнич Н.В., Крылов А.В. Зоопланктон // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль, 2002. С. 120–146.
- Думнич Н.В., Лобуничева Е.В. Динамика зоопланктона озерной части Шекснинского водохранилища (Вологодская область) // Современное состояние биоресурсов внутренних водоемов и пути их рационального ис-

- пользования: Материалы докладов Всероссийской конференции с международным участием, посвященной 85-летию Татарского отделения ГосНИОРХ (Казань, 24–29 октября 2016 г.). Казань, 2016. С. 338–349.
- Думнич Н.В., Лобуничева Е.В. Пространственное распределение осеннего зоопланктона озера Белого (Вологодская область) // Междунар. конф. “Актуальные проблемы планктологии”. Тез. докл. Калининград: Изд-во АтлантНИРО, 2012. С. 38–39.
- Ивантер Э.В., Коросов А.В. Элементарная биометрия. Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2010. 104 с.
- Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синев А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистоусые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т. II. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2021. 544 с.
- Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Л.: Наука. 1970. 744 с.
- Лазарева В.И. Распространение и особенности натурализации новых и редких видов зоопланктона в водоемах Верхней Волги в начале XXI века // Биология внутр. вод. 2008. №1. С. 81–88.
- Лазарева В.И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. М.: Товарищество научных изданий КМК. 2010. 183 с.
- Лазарева В.И., Столбунова В.Н., Минеева Н.М., Жданова С.М. Особенности структуры и пространственное распределение планктона в Шекснинском водохранилище // Биол. внутр. вод. 2013. №3. С. 46–55.
- Литвин А.И. О зоопланктоне Череповецкого водохранилища // Биологические ресурсы водоемов Вологодской области, их охрана и рациональное использование: Тезисы к науч.-практ. конф. Вологда, 1978. С. 29–31.
- Литвин А.И. Сезонные изменения в зоопланктоне озера Обручевского (Вологодская область) // Проблемы рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Северо-Запада Европейской части СССР. Тез. докл. науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов. Петрозаводск, 1984. С. 44–45.
- Литвинов А.С. Общие сведения о водохранилище // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль, 2002. С. 5–9.
- Литвинов А.С., Рошупко В.Ф. Особенности термического режима // Современное состояние экосистемы Шекснинского водохранилища. Ярославль, 2002. С. 27–34.
- Луферова Л.А. Формирование зоопланктона Череповецкого водохранилища // Планктон и бентос внутренних водоемов. Тр. ИБВВ АН СССР. Вып. 12 (15). М.-Л.: Наука, 1966. С. 68–74.
- Макаренкова Н.Н. “Цветение” воды как показатель современного состояния фитопланктона озера Белого Вологодской области // Рыбохозяйственные водоемы России: фундаментальные и прикладные исследования. Материалы II Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Санкт-Петербург, 2–4 апреля 2018 г.). С. 252–256.
- Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.-Л., 1964. 327 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1982. 33 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука, 1982. 287 с.
- Пидгайко М.Л. Зоопланктон Белого озера в связи с рыбохозяйственным значением водоема // Вопросы рыбного хозяйства на внутренних водоемах СССР. Изв. ГосНИОРХ. Л., 1969. Т.65. С.111–120.
- Пихтова Т.С. Количественная оценка трофических связей между зоопланктоном и рыбами-планктофагами в озере Белом (Вологодская область) // Основы изучения пресноводных экосистем. Л.: Изд-во ЗИН АН СССР, 1981. С.35–38.
- Ривьер И.К. Холодноводный зоопланктон озер бассейна Верхней Волги. Ижевск: Издатель Пермьяков С.А., 2012. 390 с.
- Ривьер И.К., Литвинов А.С. Сравнительный анализ зоопланктона Шекснинского водохранилища в 1987 и 2001 гг. // Вод. ресурсы. 2006. Т. 33. №5. С. 615–629.
- Смирнова Т.С., Ривьер И.К., Пихтова Т.С. Зоопланктон // Антропогенное влияние на крупные озера Северо-Запада СССР. Гидробиология и донные отложения озера Белого. Л.: Наука, 1981. Ч. 2. С. 77–99.
- Ruttner-Kolisko A. Suggestion for biomass calculation of planktonic rotifers // Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol. 1977. Bd. 8. P. 71–78.

REFERENCES

- Balushkina E.V., Vinberg G.G. The relationship between the length and body weight of planktonic crustaceans. *Ekspierimental'nyye i polevyyye issledovaniya biolo-gicheskikh osnov produktivnosti ozer* [Experimental and field studies of the biological foundations of lake productivity]. Leningrad, ZIN AN SSSR, 1979, pp. 58–79. (In Russian)
- Dumnich N.V. Changes in the state of zooplankton of the Beloe lake for twenty years. *Problemy ekologii, bioraznoobraziya i ohrany pribrezhno-vodnyh i vodnyh ekosistem: tez. dokl. X Vseros. konf. molodyh uchenykh* [Problems of ecology, biodiversity and protection of coastal water and aquatic ecosystems: abstracts report X All-Russia. conf. young scientists]. Borok, 1997, pp. 30–32. (In Russian)
- Dumnich N.V., Krylov A.V. Zooplankton. *Sovremennoe sostoyanie ekosistemy Sheksninskogo vodohranilishcha* [The current state of the ecosystem of the Sheksna reservoir]. Yaroslavl, Izd-vo Yaroslavskogo gos. tekhn. un-ta, 2002. pp. 120–146. (In Russian)

- Dumnich N.V., Lobunicheva E.V. Dynamics of zooplankton in the lake part of the Sheksna reservoir (Vologda region). *Sovremennoe sostoyanie bioresursov vnutrennih vodoyomov i puti ih racional'nogo ispol'zovaniya: Materialy dokladov vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem, posvyashchennoj 85-letiyu Tatarskogo otdeleniya GosNIORH (Kazan', 24–29 oktyabrya 2016 g.)* [The current state of bioresources of inland waters and ways of their rational use: Mat. of reports of the all-Russian conf. with int. participation, dedicated to the 85th anniversary of the Tatar branch of GosNIORKh (Kazan, October 24–29, 2016)]. Kazan, 2016, pp. 338–349. (In Russian)
- Dumnich N.V., Lobunicheva E.V. Spatial distribution of autumn zooplankton in Lake Beloye (Vologda region). *Mezhdunar. konf. "Aktual'nye problemy planktologii". Tez. dokl.* [Int. conf. "Frontiers in Plankton Research". Abstracts]. Kaliningrad: Issued by AtlantNIRO, 2012, pp. 38–39. (In Russian)
- Ivanter E.V., Korosov A.V. Elementary biometrics: Tutorial. Petrozavodsk: Izd-vo PetrGU, 2010. 104 p. (In Russian)
- Korovchinsky N.M., Kotov A.A., Sinev A.Yu., Neretina A.N., Garibyan P.G. Cladocera (Crustacea: Cladocera) of Northern Eurasia. Vol. II. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 2021. 544 p. (In Russian)
- Kutikova L.A. Rotifera fauna of the USSR (Rotatoria). Subclass Eurotatoria (orders Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Leningrad, Nauka, 1970. 744 p. (In Russian)
- Lazareva V.I. New and rare zooplankton species expansion and particular features of their naturalization in waterbodies of the upper Volga Basin. *Inland Water Biology*. 2008, №1, pp. 81–88. (In Russian)
- Lazareva V.I. Zooplankton structure and dynamics in the Rybinsk Reservoir. Moscow: KMK Scientific Press Ltd. 2010. 183 p. (In Russian)
- Lazareva V.I., Stolbunova V.N., Mineeva N.M., Zhdanova S.M. Features of the structure and spatial distribution of plankton in the Sheksna reservoir. *Inland Waters Biology*, 2013, №3, pp. 211–219. doi: 10.7868/S0320965213030091 (In Russian)
- Litvin A.I. About the zooplankton of the Cherepovets reservoir. *Biologicheskie resursy vodoemov Vologodskoj oblasti, ih ohrana i racional'noe ispol'zovanie: Tez. k nauch.-prakt. konf.* [Biological resources of reservoirs of the Vologda region, their protection and rational use: Abstracts to the scientific-practical. conf.]. Vologda, 1978, pp. 29–31. (In Russian)
- Litvin A.I. Seasonal changes in the zooplankton of Lake Obruchevskoe (Vologda Region). *Problemy rybohozyajstvennyh issledovaniy vnutrennih vodoemov Severo-Zapada Evropejskoj chasti SSSR. Tez. dokl. nauch.-prakt. konf. molodyh uchenykh i specialistov* [Problems of fishery studies of inland waters in the North-West of the European part of the USSR. Tez. report scientific-practical. conf. young scientists and specialists]. Petrozavodsk, 1984, pp. 44–45. (In Russian)
- Litvinov A.S. General information about the reservoir. *Sovremennoe sostoyanie ekosistemy Sheksninskogo vodohranilishcha* [The current state of the ecosystem of the Sheksna reservoir]. Yaroslavl, Izd-vo Yaroslavskogo gos. tekhn. un-ta, 2002. pp. 5–9. (In Russian)
- Litvinov A.S., Roshchupko V.F. Features of the thermal regime. *Sovremennoe sostoyanie ekosistemy Sheksninskogo vodohranilishcha* [The current state of the ecosystem of the Sheksna reservoir]. Yaroslavl, Izd-vo Yaroslavskogo gos. tekhn. un-ta, 2002. pp. 27–34. (In Russian)
- Luferova L.A. Formation of zooplankton in the Cherepovets reservoir. *Plankton and benthos of inland waters. Transactions of Institute for Biology of Inland Waters AS USSR*, 1966, Issue. 12(15), pp. 68–74. (In Russian)
- Makarenkova N.N. "Blossoming" of water as an indicator of the current state of phytoplankton in Lake Beloye, Vologda Region. *Rybohozyajstvennyye vodoyomy Rossii: fundamental'nye i prikladnye issledovaniya. Materialy II Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem (Sankt-Peterburg, 2–4 aprelya 2018 g.)* [Fishery reservoirs of Russia: fundamental and applied research. Materials II All-Russian. scientific conf. with international participation (St. Petersburg, April 2–4, 2018)]. Pp. 252–256. (In Russian)
- Manujlova E.F. Cladocera of fauna SSSR. Moscow–Leningrad, 1964. 327 p. (In Russian)
- Metodicheskie rekomendacii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh [Methodological recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological research on freshwater reservoirs]. *Zooplankton i ego produkcija* [Zooplankton and its products]. Leningrad, 1982. 33 p. (In Russian)
- Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropejskoj Rossii. T. 1. Zooplankton [Identification guide to zooplankton and zoobenthos of freshwater bodies of European Russia. Vol. 1. Zooplankton]. Moscow, Tovarischestvo nauchnykh izdanij KMK, 2010. 495 p. (In Russian)
- Pesenko Yu.A. Principles and methods of quantitative analysis in faunistic studies. Moscow, Nauka, 1982. 287 p. (In Russian)
- Pidgayko M.L. Zooplankton of the Lake Beloye in connection with the fishery significance of the reservoir. *Problems of fisheries in the internal water bodies of the USSR. Izv. GosNIORH, L., 1969, vol. 65, pp. 111–120.* (In Russian)
- Pikhtova T.S. Quantitative assessment of trophic relationships between zooplankton and plankton-eating fish in Lake Beloye (Vologda region). *Osnovy izucheniya presnovodnykh ekosistem* [Fundamentals of the study of freshwater ecosystems]. L: Publishing house ZIN AS USSR, 1981, pp. 35–38. (In Russian)
- Riviere I.K. Cold-water zooplankton of the lakes of the Upper Volga basin. Izhevsk: Publisher Permyakov S.A., 2012. 390 p. (In Russian)
- Riviere I.K., Litvinov A.S. Comparative analysis of the zooplankton of the Sheksna reservoir in 1987 and 2001. *Water resources*, 2006, vol. 33, no. 5, pp. 615–629. (In Russian)

- Ruttner-Kolisko A. Suggestion for biomass calculation of planktonic rotifers. *Arch. Hydrobiol. Ergebn. Limnol.*, 1977, bd. 8, pp. 71–78.
- Smirnova T.S., Riviere I.K., Pikhtova T.S. Zooplankton. Antropogennoe vliyanie na krupnye ozera Severo-Zapada SSSR [Anthropogenic influence on large lakes of the North-West of the USSR]. Hydrobiology and bottom sediments of Lake Belye. L., Nauka, 1981. P. 2, pp. 77–99. (In Russian)

SEASONAL DYNAMICS OF ZOOPLANKTON OF THE SHEKSNA RESERVOIR (VOLOGDA REGION)

E. V. Lobunicheva, A. I. Litvin, N. V. Dumnich

Vologda branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography"

Vologda, 160012, Russia, e-mail: lobunicheva_ekat@mail.ru

Revised 18.01.2022

The paper analyzes the seasonal dynamics of the composition, structure, and abundance of zooplankton in different parts of the Sheksna Reservoir in 2016–2020. The zooplankton in the reservoir includes 107 species (Rotifera – 41, Cladocera – 41, Copepoda – 25). The authors have found 88 species in Lake Belye and 90 species in the river part of the reservoir. 7 species in the lake and 17 in the river part of the reservoir have been found for the first time. The communities of different parts of the reservoir are similar in terms of zooplankton composition (76%). The highest level of dominance (0.32–0.38) of zooplankton is observed during the ice period. In Lake Belye, this figure is higher than in the river part of the reservoir. A small set of species (*Kellicottia longispina*, *Keratella cochlearis*, *Eudiaptomus gracilis*) is characterized by high density in all seasons of the year. Some species are dominant only in certain periods. In summer, rotifers of the genus *Polyarthra* and *Mesocyclops leuckarti* dominate the entire water area of the reservoir. Lake Belye is dominated by *Daphnia galeata* and *Chydorus sphaericus* in summer. The composition of the dominant zooplankton complex in different parts of the reservoir is similar in certain seasons. Only in May, the structure of the dominant complex of the lake and river sections of the reservoir differs. The ratio of dominants in Lake Belye in May is similar to the ice period. The maximum abundance of zooplankton in the reservoir is recorded in summer. From May to November the largest number of copepods is observed. In March, rotifers dominate. Cladocera were noted as dominants only in the lake part of the reservoir. The seasonal dynamics of the structure and abundance of zooplankton generally corresponds to those in the 1970s and early 2000s.

Keywords: zooplankton, seasonal dynamics, Sheksna reservoir, seasons, composition, structure, dominants, abundance, biomass