

МАКРОБЕНТОС ОЗЕР ВОЖЕ И ЛАЧА

Е. Г. Пряничникова

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

152742 пос. Борок, Ярославская обл., Некоузский р-н, e-mail: pryanchnikova_e@mail.ru

Поступила в редакцию 22.01.2021

Приведен таксономический состав макробентоса озер Воже и Лача, а также отдельных участков рек Свидь и Онега. Доминантный комплекс в озерах формировали представители хирономид. В реках в роли доминантов выступали два вида олигохет и брюхоногий моллюск. Индекс фаунистического сходства макробентоса между озерами был довольно высокий и составил 70%, между речным и озерным бентосом сходство было менее 30%. В озерах отмечены только две таксономические группы – олигохеты и хирономиды, формирующие основу обилия бентоса: 87–93% от средней численности и 92–95% средней биомассы в водоеме. В речных сообществах значительную роль играли олигохеты и моллюски, в сумме они формировали 76% общей численности и 98% биомассы. Трофическая структура макробентоса в озерах практически совпадала, за исключением появления в оз. Лача группы фитодетритофагов-фильтраторов. В речных сообществах преобладали детритофаги-глотатели. В предыдущих исследованиях озер видовое богатство бентоса как оз. Воже, так и оз. Лача было значительно выше. Для озера Воже нами отмечено сокращение числа таксономических групп, снижение их обилия. При этом сохранилась значительная роль хирономид в формировании бентоса в озере. В целом, изменения в таксономической структуре и обилии бентоса озер Воже и Лача могут быть вызваны комплексным воздействием факторов среды обитания и многолетней и внутригодовой динамикой доминантных (ценозообразующих) представителей основных групп макробентоса. Упрощение структуры донных сообществ, включение в них видов с широкими экологическими спектрами, преобладание среди доминантов эврибионтов, может свидетельствовать о загрязнении, эвтрофировании, токсификации водоемов озер. По индикаторным видам макробентоса оба озера можно отнести к мезосапробным водоемам.

Ключевые слова: донные сообщества, видовое богатство, встречаемость, количественные показатели, озеро.

DOI: 10.47021/0320-3557-2021-77-93

ВВЕДЕНИЕ

Озера Воже и Лача расположены на территории Вологодской и Архангельской областей. Они приурочены к пониженным участкам древнеозерных равнин, образовавшихся на месте обширных приледниковых озер, позднее преобразованных деятельностью ледника. Оба озера довольно мелководные, средняя глубина оз. Воже 1–2 м, а оз. Лача 1.6 м, для обоих озер наибольшая глубина равна 5 м. Для оз. Лача известно, что зимой из-за снижения уровня воды значительная часть озерной котловины покрывается осевшим на грунт льдом. Из оз. Лача берет начало р. Онега.

Река Свидь вытекает из северной части оз. Воже, течет на всем своем протяжении на север и впадает в южную часть оз. Лача двумя рукавами. Как и озера Воже и Лача, р. Свидь принадлежит бассейну Онеги. В верхнем и нижнем течении она течет в низких болотистых, лесных берегах, в среднем течении река пересекает каменистую гряду, образуя небольшие порожки. На этом участке в реке русло сужается до 10–15 м, течение ускоряется, берега становятся высокими, местами обрывистыми.

Наиболее подробно макробентос озер Воже и Лача изучали в 1963–1974 гг. [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)]. Вологодская лаборатория ФГБНУ “ГосНИОРХ” проводила мониторинг количественных показателей макробентоса оз. Воже с конца 1980-х гг. Изучение современного видового состава и составление общего таксономического списка бентосных организмов озера было проведено только в 2010–2012 гг. [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)]. Несмотря на большой объем материала, в этой работе отсутствовал такой показатель как встречаемость видов. В работе [Филоненко, Комарова, 2017 (Filonenko, Komarova, 2017)] указаны средние показатели обилия бентоса за 2010–2016 гг. Макробентос озера Лача изучали в 2003–2015 гг. [Новоселов и др., 2017 (Novoselov et al., 2017)]. Список видов бентоса, в данной работе приведен по предыдущим исследованиям [Фадеева, 1968 (Fadeeva, 1968); Новосельцев, 1968 (Novoseltsev, 1968); Новосельцев, 1973 (Novoseltsev, 1973); Новосельцев, 1974 (Novoseltsev, 1974)]. К сожалению, отдельных работ, посвященных изучению донной фауны

р. Свидь среди доступной авторам литературы не было.

Одна из задач нашей работы состояла в определении основных характеристик макробентоса озер Воже и Лача, а также соеди-

няющей их р. Свидь и проведении сравнительного анализа донных сообществ этих водоемов. А также сопоставление полученных данных с предыдущими работами по изучению бентоса данных водоемов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Сбор материала проводили в июне 2015 г. на станциях, расположенных в озерах Воже, Лача и реках Свидь и Онега (табл. 1).

Отбор проб осуществляли при помощи модифицированного дночерпателя ДАК-100 (площадь захвата 0.01 м²) по 2 подъема на каждой станции. Глубина и тип грунта приведены в (табл. 2).

Грунт промывали через мешок из газа с размером ячеек 220 мкм. Всего было собрано 23 пробы макрозообентоса. Организмы фиксировали 8% формалином. После их выдержки в фиксаторе приступали к камеральной обработке. Выбранных животных, после наружного обсушивания с помощью фильтровальной бумаги, взвешивали на торсионных весах с точностью до 0.1 мг, затем измеряли их линейные размеры с точностью до 0.5 мм. У хирономид под биноклем измеряли ширину головной капсулы, что необходимо для определения их возраста и идентификации видов из родов *Procladius* и *Cryptochironomus*. Камеральную и статистическую обработку собранного материала проводили по стандартной методике, принятой в ИБВВ РАН [Методика изучения..., 1975 (Metodika izucheniya..., 1975); Пряничникова, 2019 (Pryanichnikova, 2019)]. Для оценки состояния сообществ макрозообентоса использовали следующие показатели: численность, N , экз./м², биомасса B , г/м², %, число видов в пробе S , индекс Шеннона-Уивера H_N , бит/экз. и H_B , бит/г, частота встречаемости P , %. При подсчете показателей обилия

не учитывали биомассу мегабентоса (сем. Unionidae, Mollusca). Комплексы доминирующих видов выделяли при помощи индекса плотности Арнольди [Арнольди, 1949 (Arnoldi, 1949)] в модификации [Щербина, 1993 (Shcherbina, 1993)]. Для оценки качества воды и грунтов по организмам макрозообентоса применен метод определения средней сапробности по Пантле-Букку [Pantle, Bueck, 1955; Sladeček, 1973; Макрушин, 1974 (Makrushin, 1974)] в модификации [Дзюбан, Кузнецова, 1981 (Dzyuban, Kuznetsova, 1981)]. Величины сапробности видов (s) взяты из работ [Wegl, 1983; Uzunov et al., 1988; Щербина, 2010 (Shcherbina, 2010)]. Для выявления степени сходства видового состава между биоценозами использовали коэффициент общности видового состава Серенсена [Sørensen, 1948].

Видовую идентификацию представителей макрозообентоса проводили с использованием различных определителей [Чекановская, 1962 (Chekanovskaya, 1962); Определитель..., 1977 (Opredelitel'..., 1977); Панкратова, 1977, 1983 (Pankratova, 1977, 1983); Кикнадзе и др., 1991 (Kiknadze et al., 1991); Timm, 2009].

Представление данных в графическом виде и статистическая обработка были выполнены с использованием рекомендаций, изложенных в основополагающих работах [Методика изучения..., 1975 (Metodika izucheniya..., 1975); Песенко, 1982 (Pesenko, 1982)]. Ошибка среднего арифметического $M \pm SE$ приведена при $n \geq 3$.

Таблица 1. Описание станций отбора проб макрозообентоса

Table 1. Description of sampling stations of macrozoobenthos

Водоем Reservoir	№ ст. Station No	Название* Station Name	Координаты Coordinates	Описание станции Station description
Оз. Воже	1	Центральный разрез, ЛБ	N60°33.891' E39°03.772'	У западного берега
	2	Центральный разрез, середина	N60°34.359' E39°05.712'	Середина озера
	3		Центральный разрез, ПБ	
	5	Верхний разрез, ЛБ	N60°25.629' E39°03 3.22'	Южная часть против устья р. Модлоны,
	4	Оз. Еломское (Еломский залив)	N60°36.332' E38°53.615'	1 км выше устья р. Еломы
	6	Верхний разрез, середина	N60°26.015' E39° 05.383'	Южная часть, середина

Водоем Reservoir	№ ст. Station No	Название* Station Name	Координаты Coordinates	Описание станции Station description
Р. Свидь	7	Верхний разрез, ПБ	N60°25.934' E39°07.814'	Южная часть у восточного берега
	8	Нижний разрез, ЛБ	N60°40.312' E38°55.423'	Северная часть у западного берега
	9	Нижний разрез, середина	N60°41.200' E38°58.067'	Северная часть середина ниже о. Спасский
	10	Нижний разрез, ПБ	N60°42.064' E38°0.368'	Северная часть у восточного берега
	11	Исток	N60°46.234' E38°56.059'	Исток реки
	12	Среднее течение	N61°00.220' E38°44.626'	У д. Лавровское, русло у ЛБ, ширина ~30 м
	13	Устье	N61°10.941' E38° 45.199'	Край тростников
Оз. Лача	14	Центральный разрез, ЛБ	N61°18.155' E38°40.486'	У западного берега ниже устья Тихманьги
	15	Центральный разрез, середина	N61°19.168' E38°44.136'	Середина озера
	16	Верхний разрез, середина	N61°14.259' E38°45.536'	Южная часть
	17	Верхний разрез, ПБ	N61°14.387' E38°51.799'	Южная часть у восточного берега выше устья Кинемы
	18	Верхний разрез, ЛБ	N61°13.406' E38°39.583'	Южная часть у западного берега ниже устья р. Ухты
	19	Нижний разрез, ЛБ	N61°22.810 E38°42.931	Северная часть у западного берега против устья р. Лекшмы
	20	Нижний разрез, середина	N61°22.430 E38°46.378	Северная часть, середина
	21	Нижний разрез, ПБ	N61°22.130 E38°49.626	Северная часть у восточного берега на границе зарослей
	22	Центральный разрез, ПБ	N61°17.188 E38°48.896	Подход к восточному берегу
Р. Онега	23	Исток	N61°29.012 E38°58.441	~5 км ниже истока

Примечание. “*” – правый (ПБ)/левый (ЛБ) берега, верхний/нижний разрез – относительно направления течения рек Свидь-Онега (с юга на север).

Note. “*” – right (PB) / left (LB) banks, upper/lower section – relative to the direction of the flow of the Svid-Onega rivers (from south to north).

Таблица 2. Основные характеристики станций отбора проб макрозообентоса

Table 2. Main characteristics of macrozoobenthos sampling stations

Показатель Parameters	Станции / Station					
	1	2	3	4	5	6
Глубина, м / Depth, m	2.5	2.8	2.4	1.9	2.0	2.9
Температура, °C: Temperature, °C:						
Поверхность Upper layer	15.8	15.6	16.0	17.2	16.9	16.2
Дно / Bottom layer	15.7	15.4	16.0	17.1	6.8	16.2
Кислород, мг/л: Oxygen, mg/l						
Поверхность Upper layer	10.53	9.84	9.84	8.8	9.71	9.72
Дно / Bottom layer	8.68	9.93	9.87	8.85	9.78	4.46

Показатель Parameters	Станции / Station					
	Серая глина с наилком	Серая глина с черным наилком	Серая глина с песчаным наилком	Заиленный песок с камнями и торфом	Раститель- ные остатки, торф	Раститель- ные остат- ки, торф
Примечание Note	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S			
	7	8	9	10	11	12
Глубина, м Depth, m	1.0	2.2	2.2	2.2	1.5	0.5
Температура, °C: Temperature, °C:						
Поверхность Upper layer	18.1	15.5	15.5	15.8	15.7	
Дно / Bottom layer	18.2	15.0	14.8	15.1	15.8	14.7
Кислород, мг/л: Oxygen, mg/l						
Поверхность Upper layer	9.41	10.85	10.34	10.32	10.29	
Дно / Bottom layer	9.43	10.25	10.11	10.2	10.28	10.24
Тип грунта Bottom sediments	Детрит, торф	Серая глина с песком и наилком	Серая глина с песком и наилком	Серая глина с наилком	Заиленный песок	Заиленный песок
Примечание Note		Запах H ₂ S	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S		
	13	14	15	16	17	18
Глубина, м Depth, m	4.0	1.5	1.5	1.3	1.0	1.2
Температура, °C: Temperature, °C:						
Поверхность Upper layer	14.0	13.3	13.2	12.9	12.3	13.0
Дно / Bottom layer	14.4	13.2	13.2	12.9	12.4	13.1
Кислород, мг/л: Oxygen, mg/l						
Поверхность Upper layer	9.55	10.35	10.35	11.63	10.38	10.28
Дно / Bottom layer	9.88	9.45	9.45	10.54	10.39	10.31
Тип грунта Bottom sediments	ил	черный ил	черный ил	черный ил	черный ил	черный ил
Примечание Note	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S	Запах H ₂ S	
	19	20	21	22	23	
Глубина, м Depth, m	1.0	1.5	3.1	2.5	3.5	
Температура, °C: Temperature, °C:						
Поверхность Upper layer	13.6	13.1	13.3	14.1	13.3	
Дно / Bottom layer	13.4	13.0	12.5	12.7	13.1	
Кислород, мг/л: Oxygen, mg/l						
Поверхность Upper layer	10.66	10.46	10.47	10.41	9.95	
Дно / Bottom layer	10.61	10.51	10.06	9.94	10.32	
Тип грунта Bottom sediments	черный ил	черный ил	черный ил	черный ил	черный заи- ленный пе- сок, галька	
Примечание Note	Запах H ₂ S					

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Озеро Воже. В июне 2015 г. макрозообентос озера Воже был представлен 9 таксонами рангом ниже рода, большую часть которых составляли хирономиды (табл. 3). Олигохеты присутствовали только на двух станциях и представлены двумя видами. Другие группы бентоса (пиявки, моллюски, ручейники, по-

денки) на исследованных участках водоема отсутствовали. На двух станциях (ст. 5 и 6) организмы бентоса не были обнаружены. Наибольшая встречаемость отмечена для таниподины *Procladius choreus*, обитающей на четырех станциях из восьми.

Таблица 3. Таксономический состав и встречаемость (P,%) макрозообентоса

Table 3. Taxonomic composition, saprobity, and occurrence (P,%) of macrozoobenthos

Таксон Taxon	Класс сапробности Class of saprobity	P, %		
		Воже Vozhe	Лача Lacha	Реки River area
Тип MOLLUSCA				
Класс Gastropoda				
Сем. Valvatidae				
<i>Cincinna depressa</i> Pfeiffer	β			25
Сем. Bithynidae				
<i>Bithynia tentaculata</i> (L.)	β			25
Класс Bivalvia				
Сем. Unionidae				
<i>Unio pictorum</i> L.	β			25
Тип ANNELIDA				
Класс Clitellata				
Подкл. Oligochaeta				
Сем. Tubificidae				
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> Ratzel	α			25
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparède	поли	10		50
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelsen)	α	10	11	
<i>Spirosperma ferox</i> (Eisen)	β			25
<i>Tubifex newansis</i> (Michaelsen)	β		11	25
<i>T. tubifex</i> (Mueller)	поли		11	
Тип ARTHROPODA				
Класс Insecta				
Отряд Diptera				
Сем. Chironomidae				
<i>Natarsia punctata</i> (Meigen)	β			50
<i>Procladius choreus</i> (Meigen)	α	50	22	25
<i>P. ferrugineus</i> (Kieffer)	β	10		
<i>Chironomus</i> f. l. <i>plumosus</i>	α	10	22	
<i>Cladopelma viridula</i> (Fabricius)	β	10	11	
<i>Cryptochironomus obreptans</i> (Walker)	β	20	22	
<i>Endochironomus albipennis</i> (Meigen)	β		11	
<i>Microchironomus tener</i> (Kieffer)	β	20	44	25
<i>Paralauterborniella nigrochalteralis</i> Malloch	олиго			25
<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer	β	30	22	
<i>Cladotanytarsus</i> гр. <i>mancus</i>	β		11	

Доминантный комплекс был сформирован только хирономидами и в него вошли пять видов хирономид из семи, обнаруженных в водоеме (табл. 4). Наибольший индекс доминирования Арнольди отмечен для личинки хирономид *Polypedilum bicrenatum*. На станциях, где он был обнаружен, этот вид формировал от 50 до 83% численности и 30 до 46% биомассы бентоса.

Большая часть выявленных таксонов (56%) – это индикаторы β-мезосапробной зоны (табл. 3). Виды, которые сформировали доминантный комплекс, это практически в равной мере индикаторы α и β-мезосапробных участков водоема (табл. 3, 4).

Количественный уровень развития макробентоса озера крайне невелик (табл. 5). Все станции озера Воже по обилию макрозообен-

тоса в соответствии с классификацией [Пидгайко и др., 1968 (Pidgaiko et al., 1968)] можно отнести к малокормным. Наименьшие показатели бентоса отмечены в южной части озера, где, бентос присутствовал только на одной станции (7) из трех и был представлен двумя экземплярами хирономид *Polypedilum bicrenatum* и *Cladopelma viridula*.

Основной группой были хирономиды, формируя численность и биомассу макробентоса в озере (рис. 1, 2). В трофической структуре бентоса преобладала группа фитодетритофагов-фильтраторов+собираателей (рис. 3). Менее всего были представлены детритофаги-глотатели, основными представителями которых являются олигохеты.

Таблица 4. Количественные характеристики доминантных видов макрозообентоса оз. Воже

Table 4. Quantitative characteristics of dominant species of macrobenthos of the Vozhe Lake

Таксон / Taxon	Станция / Station							
	1	2	3	4	7	8	9	10
<i>Procladius choreus</i>		$\frac{100}{0.3}$	$\frac{50}{0.1}$			$\frac{50}{0.03}$	$\frac{50}{0.1}$	
<i>Chironomus plumosus</i>				$\frac{100}{0.8}$				
<i>Cryptochironomus obreptans</i>		$\frac{50}{0.4}$						$\frac{50}{0.2}$
<i>Microchironomus tener</i>			$\frac{200}{0.2}$			$\frac{50}{0.02}$		
<i>Polypedilum bicrenatum</i>			$\frac{250}{0.2}$		$\frac{50}{0.1}$			$\frac{250}{0.1}$

Примечание. Над чертой численность, экз./м², под чертой – биомасса, г/м².

Note. Above the line – abundance, ind./m², below the line – biomass, g/m².

Таблица 5. Основные характеристики макрозообентоса оз. Воже

Table 5. Main characteristics of macrobenthos of the Vozhe Lake

Показатель / Parameters	Станции / Station									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
N , экз./м ² (ind./m ²)	50	150	500	150	0	0	100	100	100	300
B , г/м ² (g/m ²)	0.1	0.6	0.4	1.0	0.0	0.0	0.3	0.1	0.1	0.3
S , число видов (number of species)	1	2	3	2	0	0	2	2	2	2
H_N , бит/экз. (bit/ind.)	0.00	0.92	1.36	0.92	0.00	0.00	1.00	1.00	1.00	0.65
H_B , бит/г (bit/g)	0.00	0.98	1.51	0.63	0.00	0.00	0.89	0.95	1.00	0.92
Сапробность / Saprobity	2.7	2.4	2.2	3.2	0.0	0.0	2.2	2.4	2.4	2.1

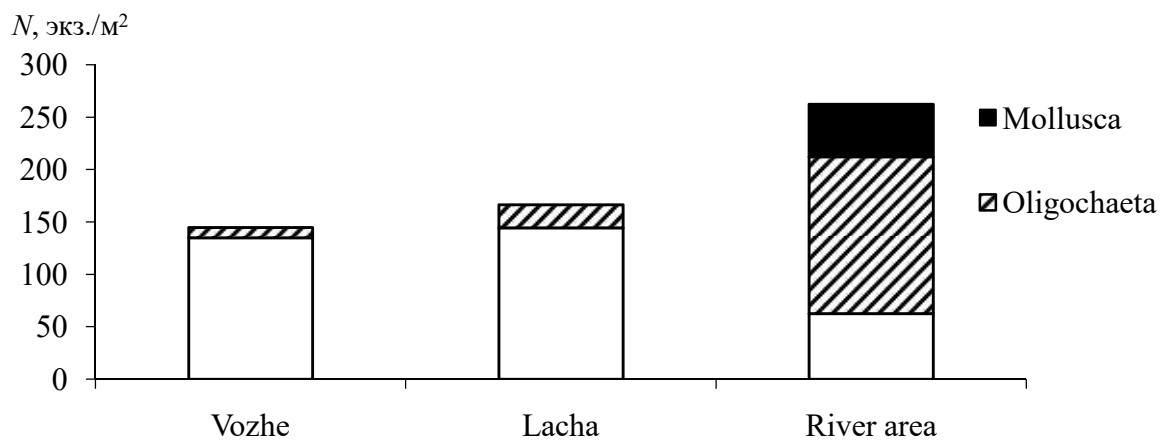


Рис. 1. Численность (N) основных таксономических групп макробентоса оз. Воже, Лача, и прилегающих речных участков рек Свидь и Онега.

Fig. 1. Abundance (N) of the main taxonomic groups of macrobenthos of Vozhe and Lacha Lake, and river area (Svid and Onega).

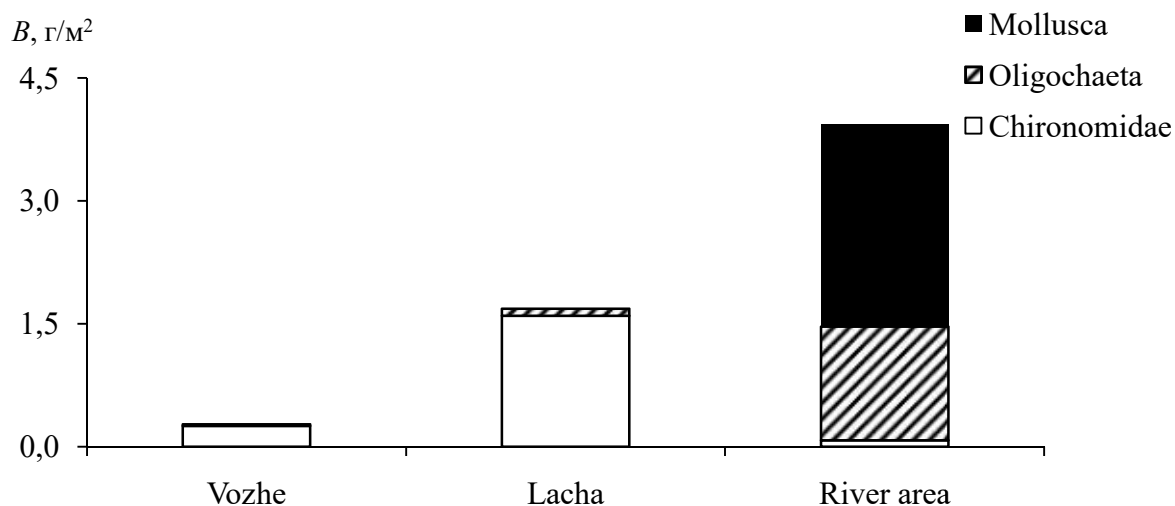


Рис. 2. Биомасса (B) основных таксономических групп макробентоса оз. Воже, Лача, и прилегающих речных участков рек Свидь и Онега.

Fig. 2. Biomass (B) of the main taxonomic groups of macrobenthos of Vozhe Lake and Lacha Lake, and river area (Svid and Onega).

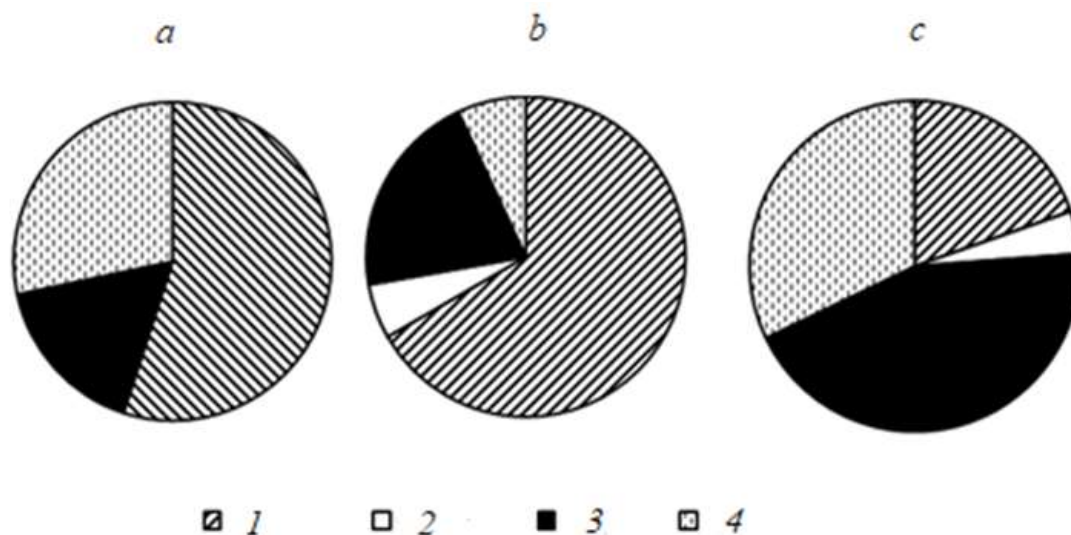


Рис. 3. Относительная численность (N) трофических групп макробентоса оз. Воже (а), оз. Лача (b) и речных участков (с). 1 – фитодетритофаги-фильтраторы+собиратели, 2 – фитодетритофаги-фильтраторы, 3 – детритофаги-глотатели, 4 – хищники-активные хвататели.

Fig. 3. The abundance (N) of the main trophic groups of macrobenthos of Vozhe Lake (a), Lacha Lake (b) and river sections (c). 1 – phytodetritophages-filtrators+collectors, 2 – phytodetritophages-filtrators, 3 – detritophages-gatherers, 4 – predators-active captors.

Озеро Лача. В макрозообентосе оз. Лача было отмечено 11 таксонов рангом ниже рода, большую часть которых составили хирономиды (табл. 3). Олигохеты присутствовали только на трех станциях. Другие группы макробентоса не были отмечены. На станции 15 макробеспозвоночные отсутствовали. Наибольшая встречаемость отмечена для представителя хирономид *Microchironomus tener*, обнаруженного в бентосе на четырех станциях.

Доминантный комплекс полностью был сформирован из хирономид. Из восьми выявленных таксонов рангом ниже рода, в него вошли три (табл. 6). Наибольшее значение индекса Арнольди получено для *Chironomus* f. l. *plumosus*. Большие экземпляры этого вида на ст. 21 при небольшой численности сформировали 99.5% биомассы, которая стала максимальной для водоема (10.0 г/м²) (табл. 7).

Таблица 6. Количественные характеристики доминантных видов макрозообентоса оз. Лача**Table 6.** Quantitative characteristics of dominant species of macrobenthos of the Lacha Lake

Таксон / Taxon	Станции Station							
	14	16	17	18	19	20	21	22
<i>Procladius choreus</i>			$\frac{100}{0.1}$		$\frac{100}{0.6}$			
<i>Chironomus f. l. plumosus</i>							$\frac{200}{10.0}$	$\frac{50}{2.0}$
<i>Microchironomus tener</i>				$\frac{50}{0.04}$	$\frac{50}{0.1}$	$\frac{50}{0.1}$	$\frac{50}{0.04}$	

Примечание. Над чертой численность, экз./м², под чертой – биомасса, г/м².

Note. Above the line – abundance, ind./m², below the line – biomass, g/m².

Видовое богатство на отдельных станциях (17 и 19), расположенных в противоположных участках водоема, со сходными типом грунта и глубиной (табл. 2), было максималь-

ным и составило 4 и 5 видов в пробе соответственно (табл. 7). Индекс видового разнообразия на большинстве исследованных участках составил единицу и менее.

Таблица 7. Основные характеристики макрозообентоса оз. Лача**Table 7.** Main characteristics of macrobenthos of the Lacha Lake

Показатель / Parameters	Станции Station								
	14	15	16	17	18	19	20	21	22
N , экз./м ² (ind./m ²)	50	0	200	500	50	300	100	250	50
B , г/м ² (g/m ²)	0.03	0.00	0.2	1.1	0.04	1.3	0.5	10.0	2.0
S , число видов (number of species)	1	0	2	4	1	5	2	2	1
H_N , бит/экз. (bit/ind.)	0.00	0.00	1.00	1.85	0.00	2.25	1.00	0.72	0.00
H_B , бит/г (bit/g)	0.00	0.00	1.00	0.99	0.00	1.60	0.79	0.05	0.00
Сапробность Saprobity	3.7	0.0	2.5	2.3	2.2	2.3	2.1	2.8	3.0

Индикаторы β -мезосапробных участков водоема составляли 64% от общего списка обнаруженных таксонов. При этом, два из трех видов, входящих в доминантный комплекс – индикаторы α -мезосапробной зоны (табл. 5, 6). Две станции (14 и 22) в средней части озера по показателям макрозообентоса были отнесены к α -мезосапробным участкам.

Хирономиды как по численности (50–100%), так и по биомассе (47–100%) формировали основу макрозообентоса оз. Лача (рис. 1, 2). Другие таксономические группы макрозообентоса обнаружены не были.

В оз. Лача по способу питания было отмечены четыре трофические группы макрозообентоса (рис. 3). Группа фитодетритофагов-фильтраторов присутствовала на одной станции (17), с единственным представителем *Endochironomus albipennis*. В целом, преобладали фитодетритофаги-фильтраторы+собиратели, основные представители которых – большая часть личинок хирономид.

Реки Свидь и Онега. В макрозообентосе речных участков выявлено 11 таксонов рангом

ниже рода, 7 из них в р. Свидь и 5 в истоке р. Онега. Распределение числа выявленных видов по таксономическим группам было практически равным (табл. 3). Наибольшая встречаемость была отмечена для двух видов-олигохеты *Limnodrilus hoffmeisteri* и таниподины *Natarsia punctata*. В бентосе отсутствовали такие группы как пиявки, ручейники, поденки и др.

В отличие от макрозообентоса озер Воже и Лача, в доминантном комплексе бентоса речных участков отсутствовали представители хирономид. В роли доминантов здесь были два представителя олигохет и брюхоногий моллюск (табл. 8). Максимальный индекс Арнольди отмечен для брюхоногого моллюска *Bithynia tentaculata*, высокая биомасса которого отмечена на ст. 12.

На ст. 11 (исток р. Свидь) был обнаружен только один вид, на прочих станциях число видов в пробе составляло от 3 до 5 (табл. 9). Наибольшее видовое богатство и видовое разнообразие были отмечены для станции 23 (исток р. Онега).

Таблица 8. Количественные характеристики доминантных видов макрозообентоса участков р. Свидь и р. Онега**Table 8.** Quantitative characteristics of dominant species of macrobenthos of the river Svid and Oнега

Таксон / Taxon	Станции / Station			
	12	13	11	23
<i>Bithynia tentaculata</i>	<u>100</u> 8.8			
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i>		<u>200</u> 0.7		<u>100</u> 0.4
<i>Tubifex newaensis</i>		<u>100</u> 4.0		

Примечание. Над чертой численность, экз./м², под чертой – биомасса, г/м².

Note. Above the line – abundance, ind./m², below the line – biomass, g/m².

Таблица 9. Основные характеристики макрозообентоса участков р. Свидь и р. Онега**Table 9.** Main characteristics of macrobenthos of the river area Svid and Oнега

Показатель / Parameters	Станции / Station			
	12	13	11	23
<i>N</i> , экз./м ² (ind./m ²)	350	350	50	300
<i>B</i> , г/м ² (g/m ²)	9.6	4.7	0.01	1.5
<i>S</i> , число видов (number of species)	4	3	1	5
<i>H_N</i> , бит/экз. (bit/ind.)	1.84	1.38	0.00	2.25
<i>H_B</i> , бит/г (bit/g)	0.50	0.71	0.00	1.01
Сапробность Saprobity	2.4	3.0	2.6	2.6

В списке таксонов речных участков представлены все индикаторы различных сапробных зон водоема (табл. 3). Основу списка составляли виды- β-мезосапробы – 64%, α-мезосапробов было 18%, олиго- и полисапробов по 9% соответственно.

Основу макрозообентоса составляли олигохеты и моллюски (рис. 1, 2). Олигохеты составляли от 33 до 86% численности и от 23 до 99% биомассы. Моллюски на тех участках, где были обнаружены, приносили значительный вклад в биомассу бентоса, от 73 до 92%. Хирономиды присутствовали на всех исследован-

ных участках, их доля в среднем 40% численности и 27% биомассы.

В трофической структуре макрозообентоса речных участков на большинстве биотопов преобладали детритофаги-глутатели и фитодетритофаги-фильтраторы+собиратели (рис. 3). Это соответствует соотношению основных представителей этих групп-олигохет и хирономид в бентосе. Единственным представителем фитодетритофагов-фильтраторов был двусторчатый моллюск *Unio pictorum*, обнаруженный в р. Онега (ст. 23).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В целом, в озерно-речной системе было зарегистрировано 20 видов и форм бентоса, 13 из них – в озерах Воже и Лача (табл. 3). Основу макрозообентоса в озерах формировали хирономиды (9 видов и форм), олигохеты были представлены всего 4 видами. Индекс фаунистического сходства макрозообентоса между озерами был довольно высокий и составил 70%. В речных сообществах, помимо хирономид и олигохет, были зарегистрированы моллюски. Индекс сходства между речным и озерным бентосом менее 30%. Значительные отличия отмечены между комплексами доминантных видов в озерах и речных участках. В макрозообентосе озер доминировали только представители хирономид (табл. 4, 6), а в реках – олигохеты и

брюхоногий моллюск *Cincinna depressa* (табл. 8). В речных сообществах значительную роль играли олигохеты и моллюски, в сумме они формировали 76% общей численности (рис. 4) и 98% биомассы бентоса (рис. 5).

В озерах олигохеты были зарегистрированы только на отдельных станциях, и их вклад в среднем составлял 7–13% средней численности и 5–8% средней биомассы бентоса в водоеме. Наибольший вклад в показатели обилия бентоса озер вносили хирономиды: 87–93% от средней численности и 92–95% средней биомассы бентоса в водоеме. Большая часть исследованных биотопов в озерах может быть отнесена к β-мезосапробной зоне.

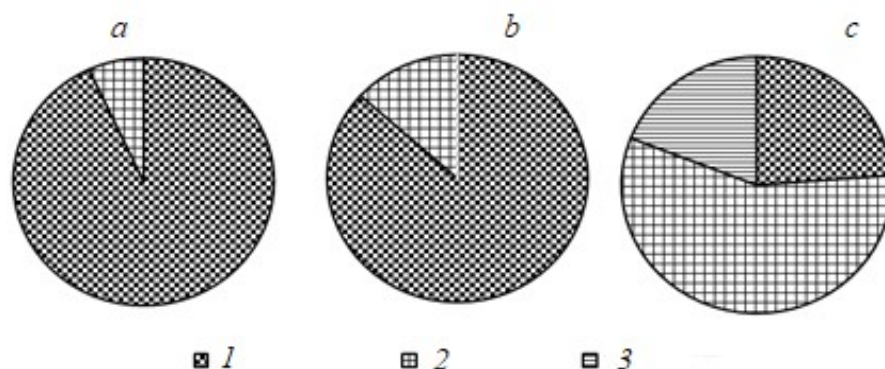


Рис. 4. Относительная численность основных таксономических групп макробентоса оз. Воже (а), оз. Лача (b) и участков р. Свидь и р. Онега (с). 1 – Chironomidae, 2 – Oligochaeta, 3 – Molluska.

Fig. 4. The relative abundance of the main taxonomic groups of macrobenthos of Vozhe Lake (a), Lacha Lake (b) and the river area Svid and Onega (c). 1 – Chironomidae, 2 – Oligochaeta, 3 – Molluska.

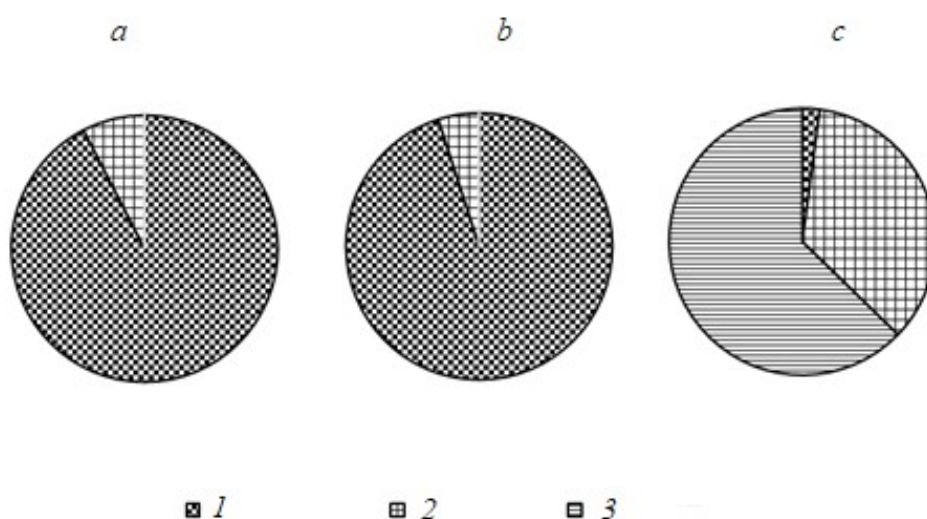


Рис. 5. Относительная биомасса основных таксономических групп макробентоса оз. Воже (а), оз. Лача (b) и реки Свидь и Онега (с). Обозначения как на рис. 4.

Fig. 5. The relative biomass of the main taxonomic groups of macrobenthos of Vozhe Lake (a), Lacha Lake (b) and the river Svid and Onega (c). Symbol as fig. 4.

Исключение составили станции, на которых обитали олигохеты. Они были отнесены к α -мезосапробным участкам. Три станции из четырех, расположенные в реках, так же были отнесены к α -мезосапробной зоне водоема. На них так же присутствовали олигохеты. Вероятно, это связано с большими значениями сапробной валентности олигохет, обитающих в бентосе данных водоемов. В целом, все средние показатели сапробности исследованных водоемов находятся на границе между α - и β -мезосапробными показателями (табл. 10). По показателям обилия донные сообщества в озерах так же отличаются от таковых в реках.

Трофическая структура макробентоса в озерах практически совпадала, за исключением появления в оз. Лача группы фитодетритофагов-фильтраторов и сокращения доли хищников-активных хватателей (рис. 3).

В речных сообществах преобладали детритофаги-глотатели (44%) и хищники-активные хвататели (33%). Доля фитодетритофагов-фильтраторов+собирателей по сравнению с озерами сократилась с 55–67% до 20%.

В предыдущих исследованиях озер видовое богатство бентоса как оз. Воже, так и оз. Лача было значительно выше [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)]. Для оз. Воже всего зарегистрировано 185 видов и форм, из них хирономид – 73 вида и формы, а олигохеты и моллюски представлены 26 и 33 видами в каждой группе. Из них в 2010-2012 гг. отмечено 117 видов и форм, из них 55 – хирономиды, олигохеты и моллюски представлены равным числом видов – 19 [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978); Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)].

Таблица 10. Основные характеристики макрозообентоса озер Воже и Лача и участков р. Свидь и р. Онега**Table 10.** The main characteristics macrozoobenthos of lakes Vozhe and Lacha and the river area Svid and Onega

Показатель / Parameters	Озера / Lakes		Реки / River area
	Воже / Vozhe	Лача / Lacha	
N , экз./м ² (ind./m ²)	145±51	167±54	263±83
B , г/м ² (g/m ²)	0.3±0.1	1.7±1.1	3.9±2.4
S , число видов (number of species):			
в пробе (in sample)	1.6±0.3	2.0±0.5	3.3±1.0
в водоеме (total)	9	11	11
H_N , бит/экз. (bit/ind.)	0.86±0.15	0.85±0.32	1.37±0.57
H_B , бит/г (bit/g)	0.86±0.16	0.55±0.21	0.39±0.27
Сапробность / Saprobity	2.5±0.1	2.6±0.2	2.7±0.1

В 1973–1974 гг. в южной и центральной частях озера, был отмечен биоценоз *Chironomus* f. l. *plumosus*, характеризующийся ограниченным видовым составом, выявлено десять видов и форм зообентоса [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)]. В 2010–2012 гг. представителей р. *Chironomus*, приводившихся в качестве доминантов ранее не было отмечено [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)]. В 2015 г. на данных участках водоема *Chironomus* f. l. *plumosus* также отсутствовал. Как в 2010–2012 гг., так и в 2015 г. число видов в пробе было несколько меньше чем в предыдущих работах, вплоть до полного отсутствия организмов на отдельных участках (табл. 11). Как и ранее, основу макробентоса на данном участке водоема продолжали составлять хирономиды (рис. 1, 2). Относительная численность хирономид (52%) и олигохет (19%) практически совпадает с таковой в 2010–2012 гг., когда хирономиды и олигохеты формировали 57% и 27% общей численности соответственно. В целом, количественные показатели бентоса, полученные нами для южной и центральной частей озера Воже, сопоставимы с таковыми после вылета *Chironomus* f. l. *plumosus* в августе 1972 г. [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)], но численность бентоса все же ниже чем в 2010–2012 гг. [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)] (табл. 11).

В 1972–1973 гг. в северной части озера доминировали хирономиды *Cladotanytarsus* гр. *mancus* и представители р. *Cryptochironomus*, в биоценозе которых отмечено 40 видов и форм беспозвоночных [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)]. В 2010–2012 гг. в бентосе продолжал доминировать *Cladotanytarsus* гр. *mancus*, а на отдельных станциях в число субдоминантов входил *Cryptochironomus* гр. *defectus* и представители р. *Endochironomus* [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)]. Несмотря на снижение показателей обилия в 2010–2012 гг., хи-

рономиды продолжали формировать значительную часть численности и биомассы бентоса. В июне 2015 г. в северной части озера Воже доминировали представители хищных танипозид р. *Procladius*. Кроме хирономид не были отмечены представители других групп бентоса. Нами отмечено значительное снижение численности и биомассы бентоса относительно предыдущих работ (табл. 11).

В целом, в озере нами отмечено сокращение числа таксономических групп, снижение их количественной представленности (табл. 12). При этом сохранилась значительная роль хирономид в формировании бентоса в озере. Относительно предыдущих исследований в оз. Воже существенно изменились показатели обилия бентоса (табл. 13). Вероятно, одной из причин такого снижения, может быть отбор проб бентоса в июне, а в одной из предыдущих работ минимальные показатели обилия бентоса были отмечены именно для этого месяца [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)]. Но, подобные показатели, как упоминалось выше, могут быть связаны и с вылетом ценозообразующего вида хирономид *Chironomus* f. l. *plumosus*. А также в нашей работе мы очень мало исследовали биотопы ассоциированные с высшей водной растительностью. По данным [Филоненко, Комарова, 2017 (Filonenko, Komarova, 2017)], представители прочих таксонов помимо олигохет и хирономид (различные амфибиотические насекомые и моллюски) приурочены в основном к сообществам высшей водной растительности.

В бентосе оз. Лача – по данным различных авторов – выявлено от 120 до 217 видов и форм и отмечено, что биотоп ила оз. Лача богаче чем таковой в оз. Воже. Для него указано от 33 до 50 видов и форм [Новосельцев, 1974 (Novoseltsev, 1974); Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)]. В нашей работе на илах выявлено только 11 видов и форм (табл. 3). Несмотря на высокую межгодовую

изменчивость количественных показателей бентоса в озере [Новосельцев, 1973 (Novoseltsev, 1973)], в нашей работе зарегистрировано заметное снижение обилия бентоса за счет от-

сутствия моллюсков в пробах, а так же из-за низкой численности и биомассы хирономид и олигохет (табл. 14).

Таблица 11. Сравнительный анализ отдельных показателей макробентоса оз. Воже

Table 11. Comparative analysis of several parameters of macrobenthos of Vozhe Lake

Показатель Parameters	1972–1973 гг. *		2010–2012 гг. **		Июнь (June) 2015 г.	
	Северная часть озера Northern part of the lake	Южная и центральная части озера South and Central parts of the lake	Северная часть озера Northern part of the lake	Южная часть озера South parts of the lake	Северная часть озера Northern part of the lake	Южная и центральная части озера South and Central parts of the lake
<i>N</i> , экз./м ² (ind./m ²)	2700	960	1800	600	163	133
<i>B</i> , г/м ² (g/m ²)	2.5	17.7	1.2	0.25	0.4	0.2
<i>S</i> , число видов (number of species):						
в пробе (in sample)	2–3	-	7	0–3	2	0–3
Всего (total)	10	40	28	10	5	6

Примечание. “*” – данные по [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)], “***” – данные по [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)], “–” – нет данных.

Note. “*” – data from [Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)], “***” – data from [Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015)], “–” – data absent.

Таблица 12. Численность (*N*) и биомасса (*B*) основных групп макробентоса озера Воже в 2011 и в 2015 гг.

Table 12. Abundance (*N*) and biomass (*B*) of the main groups of macrobenthos in Vozhe Lake in 2011 and 2015

Таксономическая группа Taxonomic groups	2011 г	2015 г.
Chironomidae	<u>1097±258</u> 2.1±0.8	<u>135±48</u> 0.3±0.1
Oligochaeta	<u>402±79</u> 0.4±0.1	<u>10±6</u> 0.02±0.02
Mollusca:		
Gastropoda	<u>32±15</u> 1.3±0.8	<u>0</u> 0
Bivalvia	<u>69±17</u> 0.2±0.1	<u>0</u> 0
Varia	<u>133±29</u> 0.7±0.3	<u>0</u> 0
Всего Total	<u>1732±335</u> 4.7±1.7	<u>145±51</u> 0.3±0.1

Примечание. Над чертой численность, экз./м², под чертой биомасса, г/м². Данные из [Материалы..., 2012 (Materialy..., 2012)].

Note. Above the line – abundance, ind./m², below the line – biomass, g/m². Data from [Materialy..., 2012].

Таблица 13. Средняя численность (N) и биомасса (B) макробентоса оз. Воже в период открытой воды в 2007–2016 гг.

Table 13. Average abundance (N) and biomass (B) of macrobenthos of Vozhe Lake during the open water period in 2007–2016

Год / Year	N , экз./м ² (ind./m ²)	B , г/м ² (g/m ²)
2007	1221	0.9
2008	925	3.5
2009	309	1.9
2010	2208	1.6
2011	1732	4.6
2010–2016	1534 ± 209	2.34 ± 0.3

Примечание. Данные из [Материалы..., 2012 (Materialy..., 2012); Ивичева, Филоненко, 2015 (Ivicheva, Filonenko, 2015); Филоненко, Комарова, 2017 (Filonenko, Komarova, 2017)].

Note. Data from [Materialy..., 2012; Ivicheva, Filonenko, 2015; Filonenko, Komarova, 2017].

Таблица 14. Многолетняя динамика численности и биомассы основных групп макробентоса на биотопе ила в оз. Лача

Table 14. Long-term dynamics of the abundance and biomass of the main groups of macrobenthos in the silt biotope in Lacha Lake

Таксономическая группа Taxonomic groups	Май (May) 1963 г.	Май (May) 1965 г.	Август (August) 1965 г.	Июнь (June) 1966 г.	Май (May) 1973 г.	Июнь (June) 1973 г.	Май (May) 1974 г.	Июнь (June) 2015 г.
Chironomidae	<u>110</u> 4.06	<u>280</u> 1.43	<u>1389</u> 1.7	<u>5860</u> 6.12	<u>2390</u> 10.24	<u>2390</u> 8.72	<u>2500</u> 2.83	<u>144</u> 1.61
Oligochaeta	<u>130</u> 2.10	<u>50</u> 0.90	<u>49</u> 0.5	<u>120</u> 0.12	<u>20</u> 0.03	<u>10</u> 0.29	<u>200</u> 0.57	<u>22</u> 0.08
Mollusca	<u>210</u> 4.70	<u>230</u> 2.32	<u>278</u> 1.8	<u>1060</u> 2.8	<u>660</u> 2.69	<u>170</u> 2.65	<u>1730</u> 7.15	–
Среднее Mean	<u>450</u> 10.86	<u>596</u> 4.83	<u>1731</u> 4.2	<u>9860</u> 10.52	<u>3490</u> 13.13	<u>2720</u> 3.71	<u>5530</u> 12.02	<u>167</u> 1.69
Количество проб Number of samples	6	24	24	2	7	4	11	9

Примечание. Над чертой численность, экз./м², под чертой биомасса, г/м². Данные 1963–1974 гг. из [Фадеева, 1968 (Fadeeva, 1968); Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)].

Note. Above the line – abundance, ind./m², below the line – biomass, g/m². Data 1963–1974 from [Фадеева, 1968 (Fadeeva, 1968); Слепухина, Фадеева, 1978 (Slepukhina, Fadeeva, 1978)].

В мае 1965 г. в бентосе оз. Лача как доминанты были отмечены моллюски и личинки хирономид (р. *Procladius* и р. *Cryptochironomus*) [Фадеева, 1968 (Fadeeva, 1968)]. В августе того же года доминировали уже только личинки хирономид. В 1967–1968 гг. в иловой зоне доминировали *Chironomus* f. l. *semireductus* и представители олигохет *Tubifex tubifex* и *Limnodrilus*

hoffmeisteri [Новосельцев, 1973 (Novoseltsev, 1973)]. В целом, результаты нашего исследования согласуются с данными, полученными в августе 2015 г. [Новоселов и др., 2017 (Novoselov et al., 2017)], которые показывают, что в данный год обилие бентоса оказалось ниже среднеемноголетних значений.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структурные изменения в сообществах организмов происходят под воздействием ряда причин, которые условно можно разделить на две группы: 1) изменение факторов среды обитания и 2) многолетняя и внутригодовая динамика доминантных (ценообразующих) представителей основных групп макробентоса. В первую группу входят такие взаимосвязанные факторы: изменения уровня режима водоема, микробиологических процессов

в донных отложениях (усиление процессов метаногенеза и сульфатредукции), изменение процессов накопления органического вещества, образование и размыв наносов при ветровых волнах, климатические изменения, увеличение площади зарослей, изменения газового режима (снижение содержания растворенного кислорода в придонном слое) и т.д.

Изменения второй группы связаны с цикличностью развития популяции доми-

нантных видов сообществ, таких как *Chironomus f. l. plumosus*, даже при стабильном воздействии факторов первой группы. К тому же, для данного вида характерны “урожайные” и «неурожайные» годы.

В целом, изменения в таксономической структуре и обилии бентоса озер Воже и Лача могут быть вызваны комплексным воздействием всех этих факторов.

Высокое значение для водоема имеют фильтраторы, которые осаждают из sestона значительно большее количество органического вещества, чем потребляют в пищу. Особенностью донных фильтраторов является то, что неусвоенная часть взвеси целиком осаждается на дно. По сравнению с предыдущими исследованиями следует отметить сокращение организмов-фильтраторов (фитодетритофагов-фильтраторов + собирателей и фитодетритофагов-фильтраторов) за счет основных представителей – хирономид и моллюсков. В озерном бентосе моллюски не были обнаружены, видовое богатство и обилие хирономид резко сократилось относительно предыдущих исследований.

Сокращение основных фильтраторов в водоеме, уменьшение проточности при увеличении “цветения” воды могут приводить к изменению накопления органического вещества в водоеме. На окисление органических веществ расходуется значительное количество кислорода, что может привести к его дефици-

ту. Это в свою очередь приводит к исчезновению оксифильных видов, замене их видами менее требовательными к кислороду. Обычно это короткоцикловые виды г-стратегии с высокими скоростями оборота биомассы, для которых характерны значительные колебания численности и биомассы [Алимов, 2000 (Alimov, 2000)]. Так же усиление процесса сульфатредукции в анаэробных условиях (о чем свидетельствовал запах сероводорода от грунтов) приводит к выделению сероводорода, обладающего токсичным действием для большинства бентосных организмов и вызывающего их гибель.

Разнообразие сообществ бентоса может служить мерой сложности их структуры. Снижение индекса разнообразия показывает, что структура становится менее однородной и возрастает доминирование ее отдельных элементов. Однородность структуры связана со степенью ее сложности, при снижении однородности структура упрощается [Алимов, 2000 (Alimov, 2000)]. Упрощение структуры донных сообществ, включение в них видов с широкими экологическими спектрами, преобладание среди доминантов эврибионтов, может свидетельствовать о загрязнении, эвтрофировании, токсификации водоемов. Несмотря на вышеизложенные изменения макробентоса озер, по индикаторным видам макробентоса оба озера можно отнести к мезосапробным водоемам.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб.: Наука, 2000. 147 с.
- Арнольди Л.В. Материалы по количественному изучению зообентоса Черного моря. II. Каркинитский залив // Тр. Севаст. биол. станции. М.; Л.: 1949. Т. 7. С. 127–192.
- Дзюбан Н.А., Кузнецова С.П. О гидробиологическом контроле качества вод по зоопланктону // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям: Тр. Всес. конф. Л.: Наука, 1981. С. 117–136.
- Ивичева К.Н., Филоненко И.В. Зообентос озера Воже // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2015. Т. 17. №. 4-4. С. 705–711.
- Кикнадзе И.И., Шилова А.И., Керкис И.Е и др. Кариотипы и морфология личинок трибы Chironomini. Атлас. Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1991. 115 с.
- Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. Л.: ЗИН АН СССР, 1974. 60 с.
- Материалы, обосновывающие общий допустимый улов водных биологических ресурсов в озерах Белом, Кубенском, Воже, Шекснинском водохранилище (речная часть) и малых водоемах Вологодской области на 2013 год (с оценкой воздействия на окружающую среду). Вологда: ГосНИОРХ, 2012. 148 с.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 240 с.
- Новоселов А.П., Студенов И.И., Козьмин А.К., Дворянкин Г.А., Завиша А.Г., Студенова М.А., Левицкий А.Л. Видовое разнообразие и динамика показателей кормовой базы рыб оз. Лача. Часть 2. Зообентос // Arctic Environmental Research. 2017. Т. 17. № 3. С. 233–244. DOI: 10.17238/issn 2541-8416.2017.17.3.233
- Новосельцев Г.Е. Донная фауна оз. Лача // Конференция молодых биологов Карелии. Петрозаводск: Кар. филиал АН СССР, 1968. С. 5–6.
- Новосельцев Г.Е. Донная фауна оз. Лача. Бентос больших озер Архангельской области (Лача, Лекшмозеро и Кенозерская группа) // Биологические исследования на внутренних водоемах Прибалтики. Минск: Вышэйшая школа, 1973. С. 82–84.
- Новосельцев Г.Е. Макрозообентос озер западной части Архангельской области и использование его рыбами. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Л., 1974. 20 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
- Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1977. 154 с.

- Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Л.: Наука, 1983. 296 с.
- Песенко Ю.А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М.: Наука. 1982. 287 с.
- Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И., Максимова Л.П., Петров В.В., Саватеева Е.Б., Салазкин А.А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Изв. ГосНИОРХ. 1968. Т. 67. С. 205–228.
- Пряничникова Е.Г. Таксономический состав макробентоса озера Плещеево // Труды Института биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН. 2019. №. 86 (89). С. 57–71. DOI: 10.24411/0320-3557-2019-10011
- Слепухина Т. Д., Фадеева Г.В. Зообентос и фитофильная фауна озер Воже и Лача // Гидробиология озер Воже и Лача (в связи с прогнозом качества вод, перебрасываемых на юг). Л.: Наука, 1978. С. 131–178.
- Фадеева Г.В. Бентос озера Лача (по материалам 1965 г.) // Биологические ресурсы Белого моря и внутренних водоемов Карелии. Петрозаводск: Кар. отд-е ГосНИОРХ, 1968. С. 72–73.
- Филоненко И.В., Комарова А.С. Степень развития макрозообентоса различных участков акватории озера Воже как показатель состояния кормовой базы рыб // Эволюционные и экологические аспекты изучения живой материи. Череповец: 2017. С. 163–169.
- Чекановская О.В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. М., Л.: Изд-во АН СССР, 1962. 411 с.
- Щербина Г.Х. Годовая динамика макрозообентоса открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища // Зооценозы водоемов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. СПб: Гидрометеоздат, 1993. С. 108–144.
- Щербина Г.Х. Таксономический состав и сапробиологическая значимость донных макробеспозвоночных различных пресноводных экосистем Северо-Запада России // Экология и морфология беспозвоночных континентальных водоемов вод: сб. науч. работ, посвященный 100-летию со дня рождения Ф. Д. Мордухай-Болтовского. Махачкала, 2010. С. 426–466.
- Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. 1955. Bd. 96. H. 18. 640 p.
- Sladeček V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. 1973. Bd. 7. 218 p.
- Sörensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. krifter. 1948. № 4. P. 1–34.
- Timm T. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of northern and central Europe // Lauterbornia. 2009. Vol. 66. 235 p.
- Uzunov J., Kosel V., Sladeček V. Indicator value of Freshwater Oligochaeta // Acta hydrobiol. 1988. Vol. 16. №. 2. P. 173–186.
- Wegl R. Index für die Limnosaprobität // Wasser und Abwasser. 1983. Bd. 26. 175 p.

REFERENCES

- Alimov A.F. Elements of the Theory of Aquatic Ecosystem Functioning. St. Petersburg, Nauka, 2000. 147 p. (In Russian)
- Arnoldi L.V. Materials on the quantitative study of the zoobenthos of the Black Sea. Karkinitzky Bay. *Tr. Sevast. biol. stancii*, 1949, vol. 7, pp. 127–192. (In Russian)
- Chekanovskaya O.V. 1962. Aquatic small worm fauna of the USSR. M.-L.: Izd-vo AN SSSR. 411 p. (In Russian)
- Dzyuban N.A., Kuznetsova S.P. On hydrobiological control of water quality by zooplankton. *Nauchnyye osnovy kontrolya kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam: Tr. Vses. konf.* [Scientific foundations of water quality control by hydrobiological indicators: Proceedings of the Union Conference]. L., Nauka. 1981, pp. 117–136. (In Russian)
- Fadееva G.V. Benthos of Lake Lacha (based on materials from 1965) *Biologicheskije resursy Belogo morya i vnutrennikh vodoyemov Karelii* [Biological resources of the White Sea and inland water bodies of Karelia]. Petrozavodsk, Kar. Otd-e of GosNIORKh, 1968, pp. 72–73.
- Filonenko I.V., Komarova A.S. The degree of development of macrozoobenthos in various parts of the water area of Lake Vozhe as an indicator of the state of the fish food base. *Evoljutsionnyye i ekologicheskiye aspekty izucheniya zhivoy materii* [Evolutionary and ecological aspects of the study of living matter]. Cherepovets, Cherepovetskiy gosudarstvennyy universitet, 2017. pp. 163–169. (In Russian)
- Ivicheva K.N., Filonenko I.V. Zoobenthos of Lake Vozhe. *Izv. Sam.nauch. tsentra RAN*, 2015, vol. 17, no. 4–4. pp. 705–711. (In Russian)
- Kiknadze I.I., Shilova A.I., Kerkis I.E., Shobanov N.A., Zelentsov N.I., Grebenyuk L.P., Istomina A.G., Prasolov V.A. *Karyotypes and morphology of the larvae of the tribe Chironomini. Atlas*. Novosibirsk, Nauka, Sib. Otd-niye, 1991, 115 p. (In Russian)
- Makrushin A.V. *Biological Analysis of Water Quality*. L., Nauka, 1974, 60 p. (In Russian)
- Materialy, obosnovyvyayushchie obshchij dopustimyj ulov vodnyh biologicheskikh resursov v ozerah Belom, Kubenskom, Vozhe, SHeksninskom vodohranilishche (rechnaya chast') i malyh vodoemah Vologodskoj oblasti na 2013 god (s ocenok vozdeystviya na okruzhayushchuyu sredu)* [Materials justifying the total allowable catch of aquatic biological resources in the lakes Beloye, Kubenskoye, Vozha, Sheksna reservoir (river part) and small reservoirs of the Vologda region in 2013 (with the environmental impact assessment)]. Vologda, GosNIORKh, 2012. 148 p. (In Russian)

- Metodika izucheniya biogeocenzov vnutrennih vodoemov* [The method of biogeocenose studying of inland waterbodies]. Moscow, Nauka, 1975, 254 p. (In Russian)
- Novoselov A.P., Studenov I.I., Kozmin A.K., Dvoryankin G.A., Zavisha A.G., Studenova M.A., Levitsky A.L. Species diversity and dynamics of indicators of fish food supply in Lake Lacha. Part 2. Zoobenthos. *Arctic Environmental Research*, 2017, vol. 17, no. 3, pp. 233–244. DOI: 10.17238/issn 2541-8416.2017.17.3.233 (In Russian)
- Novoseltsev G.E. Macrozoobenthos of lakes in the western part of the Arkhangelsk region and its use by fish. *Extendet Abstract of Cand. Biol. Sci. Diss. L.*, 1974. 20 p. (In Russian)
- Novoseltsev G.E. The bottom fauna of the lake. Lacha. Benthos of large lakes of the Arkhangelsk region (Lacha, Lekshmozero and Kenozero group) *Biologicheskkiye issledovaniya na vnutrennikh vodoyemakh Pribaltiki* [Biological research in inland water bodies of the Baltic]. Minsk, Vysheyshaya shkola, 1973, pp. 82–84. (In Russian)
- Novoseltsev G.E. The bottom fauna of the lake. Lacha. *Konferentsiya molodykh biologov Karelii* [Conference of young biologists of Karelia]. Petrozavodsk, Kar. otd. AN SSSR, 1968, pp. 5–6. (In Russian)
- Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropejskoj chasti SSSR* [Key to freshwater invertebrates of the European part of the USSR]. L., Gidrometeoizdat, 1977, 511 p. (In Russian)
- Pankratova V.Y. Larvae and pupae of mosquitoes of subfamilies Podonominae and Tanytopodinae of USSR fauna (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). *Opredelitel po faune SSSR* [Keys to the fauna of the USSR]. L., Nauka, 1977, 154 p. (In Russian)
- Pankratova V.Y. Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamily Chironominae of the USSR fauna (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). *Opredelitel po faune SSSR* [Keys to the fauna of the USSR]. L.: Nauka, 1983, 295 p. (In Russian)
- Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- und Wasserfach*, 1955, vol. 96, no. 18, 640 p.
- Pesenko Y.A. *Principles and Methods of Quantitative Analysis in Faunistic Research*. Moscow: Nauka, 1982, 285 p. (In Russian)
- Pidgaiko M.L., Aleksandrov B.M., Ioffe T.I., et al. Brief biological production characteristic of reservoirs of the northeastern part of Soviet Union. *Izv. GosNIORKH*, 1968, vol. 67, pp. 205–228. (In Russian)
- Pryanichnikova E.G. Taxonomic composition of macrobenthos of Lake Pleshcheevo. *Transactions of the Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2019, no. 86 (89), pp. 57–71. doi: 10.24411/0320-3557-2019-10011 (In Russian)
- Shcherbina G.Kh. Annual dynamics of macrozoobenthos in open shallows of the Volga reaches of the Rybinsk reservoir. *Zootsenozy vodoyemov basseyna Verkhney Volgi v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya* [Zoocenoses of water bodies in the Upper Volga basin under conditions of anthropogenic impact]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 1993, pp. 108–144. (In Russian)
- Shcherbina G.Kh. Taxonomic composition and saprobiological significance of benthic macroinvertebrates of various freshwater ecosystems of the Northwest of Russia. *Ekologiya i morfologiya bespozvonochnykh kontinental'nykh vodoyemov vod: sb. nauch. rabot, posvyashchenny 100-letiyu so dnya rozhdeniya F. D. Mordukhai-Boltovskoy* [Ecology and morphology of invertebrates in continental water bodies: collection of articles. scientific. works dedicated to the 100th anniversary of the birth of F.D. Mordukhai-Boltovsky]. Makhachkala, Nauka Dagestan. Nauch. Tsentra, 2010, pp. 426–466. (In Russian)
- Sladeček V. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol.*, 1973, vol. 7, 218 p.
- Slepukhina, T. D., Fadeeva G.V. Zoobenthos and phytophilic fauna of lakes Vozhe and Lacha. *Gidrobiologiya ozer Vozhe i Lacha (v svyazi s prognozom kachestva vod, perebrasyvayemykh na yug)* [Hydrobiology of lakes Vozhe and Lacha (in connection with the forecast of the quality of waters transferred to the south)]. L., Nauka, 1978. pp. 131–178. (In Russian)
- Sörensen T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content. *Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. krifter*. 1948. vol. 5, no. 4. pp. 1–34.
- Timm T. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of northern and central Europe. *Lauterbornia*, 2009. vol. 66. 235 p.
- Uzunov J., Kosel V., Sladeček V. Indicator value of Freshwater Oligochaeta. *Acta hydrobiol.*, 1988, vol. 16, no. 26, pp. 173–186.
- Wegl R. Index für die Limnosaprobität. *Wasser und Abwasser*, 1983, vol. 26. 175 p.

MACROBENTOS OF VOZHE AND LACHA LAKES

E. G. Pryanichnikova

*Papanin Institute for Biology of Inland Waters, Russian Academy of Sciences, Borok, 152742 Russia
e-mail: pryanichnikova_e@ibiw.yaroslavl.ru*

The taxonomic composition of macrozoobenthos in lakes Vozhe and Lacha and in some sections in the Svid and Onega rivers is presented. The dominant complex in the lakes was formed by representatives of chironomids. Two species of oligochaetes and a gastropod were dominant in the rivers. The index of faunal similarity of macrobenthos between the lakes was rather high and amounted to 70%, while the similarity between the river and lake benthos was less than 30%. In the lakes, only two taxonomic groups were recorded, oligochaetes and chironomids that formed the basis of the benthos abundance: 87–93% of the average abundance and 92–95% of the average biomass in the lake. Oligochaetes and mollusks played a significant role in the river communities; in total, they formed 76% of the total abundance and 98% of the biomass. The trophic structure of macrobenthos in the lakes was almost similar, except the appearance of the group of phytodetritophages- filter-feeders in Lake Lacha. Detritophages-swallowers dominated in the river communities. In the previous studies of the lakes, the species richness of benthos both in Lake Vozhe and Lake Lacha was much higher. A decrease in the number of taxonomic groups and decrease in their abundance were observed in Lake Vozhe. At the same time, the role of chironomids in the formation of benthos in the lake was still significant. In general, changes in the taxonomic structure and abundance of benthos in lakes Vozhe and Lacha may be caused by a complex effect of environmental factors and long-term and intra-annual dynamics of dominant (cenose-forming) representatives of the main groups of macrobenthos. The simplification of the structure of the bottom communities, the inclusion of species with wide ecological spectra, the predominance of eurybionts among the dominants, may indicate pollution, eutrophication, and contamination of water bodies. According to the indicator species both lakes may be regarded as mesosaprobic water bodies.

Keywords: bottom communities, species richness, frequency of occurrence, quantitative parameters, lake