Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 3. С. 86–96
Transactions of the Karelian Research Centre RAS. 2024. No. 3. P. 86–96
DOI: 10.17076/eco1880

ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ
Original articles

УДК 574.587 (282.247.13)

КАЧЕСТВЕННЫЙ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЙ СОСТАВ ЗООБЕНТОСА НИЗОВЬЕВ РЕКИ СЕВЕРНАЯ ДВИНА В 2023 ГОДУ

М. В. Бурмагин*, Н. Ю. Матвеев

*Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н. П. Лаверова УрО РАН (пр. Никольский, 20, Архангельск, Россия, 163020), *98maxbur12@gmail.com*

Приведены результаты исследования зообентоса в нижнем течении р. Северная Двина, а именно таксономического состава, численности и биомассы по участкам в течение 2023 г. По численности (преимущественно на илистом песке) преобладали представители малощетинковых червей, хирономид и двустворчатых моллюсков, однако по биомассе на всех исследованных участках доминировали двустворчатые моллюски. На рассматриваемой акватории реки в течение 2023 г. наименьшая численность зообентоса зарегистрирована в зимний период в районе предустьевого взморья (198 экз./м^2), а наименьшая биомасса – в тот же период в г. Новодвинске (2,1 г/м^2). Наибольшие численность (лето, 1930 экз./м^2) и биомасса (осень, 1701,8 г/м^2) зообентоса отмечались также в черте г. Новодвинска.

Ключевые слова: нижнее течение р. Северная Двина; зообентос; таксономический состав; численность; биомасса

Для цитирования: Бурмагин М. В., Матвеев Н. Ю. Качественный и количественный состав зообентоса низовьев реки Северная Двина в 2023 году // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 3. С. 86–96. doi: 10.17076/eco1880

Финансирование. Исследования проведены в ходе выполнения работ по теме государственного задания лаборатории «Изучение изменений в экосистеме р. Северная Двина и в водоемах особо охраняемых природных территорий (ООПТ) Европейского северо-востока России в условиях климатических сукцессий и воздействия антропогенных факторов», № гос. регистрации – 122011800593-4.

M. V. Burmagin*, N. Yu. Matveev. QUALITATIVE AND QUANTITATIVE COMPOSITION OF ZOOBENTHOS IN THE LOWER REACHES OF THE NORTHERN DVINA RIVER IN 2023

*N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research (FECIAR), Ural Branch, Russian Academy of Sciences (20 Nikolskiy Ave., 163020 Arkhangelsk, Russia), *98maxbur12@gmail.com*

The article presents the results of a study of zoobenthos in the lower reaches of the Northern Dvina River in 2023, namely the spatial and seasonal dimensions of the taxonomic composition, abundance and biomass. Oligochaetes, chironomids and bivalve mollusks prevailed in terms of abundance in the studied areas, but bivalves dominated

in terms of biomass in all the sites. In general, zoobenthos abundances varied among sites in the surveyed area of the river in a fairly wide range (from 341 ind./m^2 to 1718 ind./m^2), with a maximum abundance at the railway bridge (left bank) over the Northern Dvina within the city of Arkhangelsk. The average abundance over the study period was 1123 ind./m^2. Biomass values ranged from 13.6 g/m^2 to 955.5 g/m^2, with a maximum in the site within the City of Novodvinsk. The average biomass in 2023 was 267.3 g/m^2. Zoobenthos in the lower reaches of the Northern Dvina River varied to different degrees between seasons.

Keywords: Lower reaches of the Northern Dvina River; zoobenthos; taxonomic composition; abundance; biomass

For citation: Burmagin M. V., Matveev N. Yu. Qualitative and quantitative composition of zoobenthos in the lower reaches of the Northern Dvina River in 2023. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 3. P. 86–96. doi: 10.17076/eco1880

Funding. The studies were part of the implementation of the state assignment "Research on changes in the Northern Dvina ecosystem and in waters in protected areas (PAs) of European Northeast Russia during climate successions and under human impact", ID 122011800593-4.

Введение

Река Северная Двина, одна из крупнейших рек Российской Федерации, образуется посредством слияния рек Сухона и Юг и впадает в Двинскую губу Белого моря, образуя обширную дельту площадью 900 км^2, состоящую из более чем 150 проток. На ее водосбор оказывает негативное влияние антропогенное воздействие, которое включает в себя загрязнение водотока в результате деятельности лесопромышленных предприятий, сельскохозяйственной деятельности предприятий агропромышленного комплекса (эвтрофирование бассейна при поступлении в воду избыточной органики), а также водного транспорта (загрязнение водоемов бассейна горюче-смазочными материалами), что приводит к изменению структуры водных биоценозов. Происходят изменения качественных (видовое разнообразие) и количественных (численность и биомасса организмов) характеристик сообществ беспозвоночных, в частности макрозообентоса [Гидрологическая..., 1972; Новоселов, 2018].

Известно, что представители донной фауны характеризуются широким экологическим спектром, различными размерами, приуроченностью к конкретным местообитаниям, колебаниями количественных показателей (численности и биомассы) при изменении условий среды обитания. Все это делает их очень удобным объектом для мониторинга пресноводных экосистем. Организмы зообентоса также представляют собой важную составляющую часть биологического разнообразия северных рек, являясь в то же время кормовой базой для многих промысловых видов рыб. Кроме того, исследование структуры зообентоса рек является важным компонентом в рациональном природопользовании, без которого невозможен полноценный экологический мониторинг [Новоселов, Студенов, 2014; Евсеева, 2016; Барышев, 2018; Баканов, 2000; Артемьев и др., 2021]. Бентосные организмы также используются как биоиндикаторные объекты при оценке качества природных вод в ходе антропогенной трансформации пресноводных экосистем [Беляков, Бажора, 2016; Студенова и др., 2021].

Согласно литературным источникам, первые данные о донных беспозвоночных (моллюски) устьевой части р. Северная Двина получены в 1927 г. [Величковский, 1927]. В 1960–1980-х гг. изучался таксономический состав донных сообществ с целью оценки влияния деятельности промышленных предприятий (целлюлозно-бумажных комбинатов) на экосистему р. Северная Двина [Соколова, 1970; Семерной и др., 1984; Семерной, 2011]. В конце прошлого столетия и в первой четверти нынешнего проведены исследования зообентоса русла р. Северная Двина с целью получения наиболее полных сведений о его таксономическом составе, количестве и частоте встречаемости таксонов, а также численности и биомассе каждого из них. Согласно исследованию М. А. Студеновой с соавторами [2023], в составе зообентоса русла р. Северная Двина в 1995–2019 гг. обнаружено 20 таксонов, относящихся к 6 типам и 8 классам беспозвоночных. Основу численности и биомассы на всем протяжении р. Северная Двина формировали

Oligochaeta и личинки Chironomidae. Согласно исследованию [Novoselov et al., 2022], на момент 2019 г. зообентос р. Северная Двина был представлен 75 таксонами беспозвоночных, 54 из которых характерны для пресноводных и 21 – для морских экосистем. По численности доминировали Oligochaeta и в меньшей степени – личинки Chironomidae, однако основу биомассы составили двустворчатые моллюски *Dreissena polymorpha* и *Unio pictorum* [Novoselov et al., 2022; Студенова и др., 2023].

Собранные ранее данные являются фрагментарными, неполными и получены разово в результате оценочных работ по ОВОС. Наши работы выполняются в рамках недавно начатого комплексного мониторинга нижнего течения р. Северная Двина, который планируется проводить ежегодно. Цель исследования состоит в оценке современного состояния зообентосных сообществ (их качественных и количественных параметров) в низовье р. Северная Двина как в пространственном, так и в сезонном аспектах.

Материалы и методы

Отбор материала осуществлялся на протяжении 2023 года (зима, лето, осень) на шести участках нижнего течения р. Северная Двина (табл. 1):

1) В черте г. Новодвинска, три станции: ст. 1 – глубина 14 м, грунт: илистый песок; ст. 2 – глубина 7,5 м, грунт: песок; ст. 3 – глубина 5,5 м, грунт: песок.

2) В черте г. Архангельска у железнодорожного моста (левый берег), одна станция – глубина 12 м, грунт: илистый песок.

3) В черте г. Архангельска у железнодорожного моста (правый берег), одна станция – глубина 18 м, грунт: каменистое дно.

4) Район дельты (д. Гневашево) р. Северная Двина, три станции: ст. 1 – глубина 5,8 м, грунт: илистый песок; ст. 2 – глубина 2,3 м, грунт: илистый песок; ст. 3 – глубина 1,3 м, грунт: песок.

5) Проток р. Кузнечиха, одна станция – глубина 4,3 м, грунт: крупнозернистый песок.

6) Район предустьевого взморья, две станции: ст. 1 – глубина 7,2 м, грунт: крупнозернистый песок; ст. 2 – глубина 1,6 м, грунт: ил.

С каждой точки брали по одной пробе, за период исследований всего отобрано и проанализировано 37 проб. Станции отбора проб распределены на основании общей схемы проведения комплексного мониторинга низовьев р. Северная Двина, на которых также отбираются пробы для оценки условий среды (гидрохимия) и биоты (фито-, зоопланктон, зообентос, ихтиофауна) (рис. 1).

Пробы зообентоса отбирались дночерпателем Петерсена с площадью захвата 0,025 м^2. Их промывка проводилась через мельничный газ № 23 с длиной стороны ячейки 0,333 мм. Отобранные организмы зообентоса фиксировались 4%-м раствором формалина, нейтрализованным тетраборатом натрия (для большей сохранности донных организмов, имеющих кальциевые скелетные элементы). Камеральная обработка собранного материала осуществлялась в соответствии со стандартными методами [Руководство..., 1992]. Для таксономического определения организмов использован стереоскопический микроскоп МБС-12, взвешивание каждой группы организмов проводилось на электронных весах

Таблица 1. Отбор проб в нижнем течении р. Северная Двина в 2023 г.
Table 1. Sampling in the lower reaches of the Northern Dvina River in 2023

Участок Location	Дата Date	Количество проб Number of samples	Дата Date	Количество проб Number of samples	Дата Date	Количество проб Number of samples
Д. Гневашево The village of Gnevashevo	09.02.23	3	31.05.23	3	13.10.23	1
	09.03.23	1	04.09.23	3		
Г. Новодвинск The city of Novodvinsk	05.04.23	3	01.06.23	2	25.10.23	1
			31.08.23	3		
Район предустьевого взморья The area of the pre-estuary coast	12.02.23	1	31.05.23	2	11.10.23	2
			02.09.23	2		
Железнодорожный мост (левый берег) Railway bridge (left bank)	16.02.23	1	01.06.23	1	25.10.23	1
Железнодорожный мост (правый берег) Railway bridge (right bank)	-	-	31.08.23	2	-	-
Проток р. Кузнечиха The channel of the Kuznechikha River	-	-	31.08.23	1	-	-

Рис. 1. Схема участков отбора проб (нижнее течение р. Северная Двина, Архангельская область):

1 – у железнодорожного моста (левый и правый берег); 2 – район дельты (д. Гневашево) р. Северная Двина; 3 – проток р. Кузнечиха; 4 – район предустьевого взморья

Fig. 1. Scheme of the sampling sites (lower reaches of the Severnaya Dvina River, Arkhangelsk Region):

1 – railway bridge (left and right banks); 2 – the delta area (the village of Gnevashevo) of the Severnaya Dvina River; 3 – the channel of the Kuznechikha River; 4 – the area of the pre-estuary coast

KERN EW с точностью до 0,001 г. В работе по идентификации донных животных использовались общепринятые определители [Чертопруд, Чертопруд, 2011; Определитель..., 2016]. При выделении доминирующих видов мы опирались на такие показатели, как численность и биомасса. Виды, у которых количественные показатели были меньше, чем у доминирующих, являлись субдоминантами [Баканов, 2005].

Минерализацию измеряли с помощью кондуктометра МАРК-603. В г. Новодвинске минерализация уменьшалась от 258 мг/л в зимний период до 106,9 мг/л в осенний. На всех остальных участках также прослеживалась тенденция к уменьшению минерализации (у железнодорожного моста: 238,3 → 120,7 мг/л; в районе дельты (д. Гневашево): 228,2 → 147,6 мг/л; в протоке р. Кузнечиха: 251,5 → 198,3 мг/л). Данные по минерализации воды предустьевого взморья (8366,0 → 435,3 мг/л) сильно отличаются от показателей на остальных участках (что может быть обусловлено смешением речных и морских вод) и соответствуют повышенной и высокой группе, на остальных участках – средней и малой группе по классификации О. А. Алекина [1953].

Результаты и обсуждение

Качественный состав

В 2023 г. в составе зообентоса нижнего течения р. Северная Двина обнаружено 22 видовых и надвидовых таксона донных организмов (табл. 2). Исходя из полученных данных по отобранным станциям, в р. Северная Двина в период исследований преобладали характерные для этих районов виды донных организмов [Руководство..., 1992; Артемьев и др., 2021; Novoselov et al., 2022].

В составе зообентоса обнаружены представители типа Annelida, среди которых идентифицированы три класса донных беспозвоночных (что составило 42,9 % от всего таксономического состава зообентоса): **Oligochaeta** (виды из рода: *Tubifex* sp., *Tubificidaegen* sp., *Limnodrilus* sp., *Oligochaeta* sp., и один вид *Tubifex newaensis* (Michaelsen, 1903)), **Clitellata** (вид из рода *Hirudinea* sp.), **Polychaeta** (вид из рода *Nereis* sp.).

Тип Arthropoda (28,6 %) включал в себя два класса: **Malacostraca** (вид из рода *Gammarus* sp.) и **Insecta** (виды из рода: Chironomidae sp. lv. и Ceratopogonidae sp. lv. и вид *Sericostoma personatum* (Kirby & Spence, 1826)).

Тип Mollusca (28,6 %), как и Arthropoda, включал в себя два класса, однако в нем было идентифицировано наибольшее из всех типов количество видов. Класс **Gastropoda** (виды из рода: *Lymnaea* sp., *Valvata* sp., *Viviparus* sp. и два вида: *Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758) и *Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758)) и класс **Bivalvia** (виды из рода *Sphaeriidae* sp. и пять видов: *Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758), *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Pisidium amnicum* (O. F. Muller, 1774), *Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818), *Unio pictorum* (Linnaeus, 1758)) (рис. 2).

Из распределения в пробах таксонов зообентоса следует, что в низовье р. Северная Двина тип Annelida более разнообразен в отношении классов (главным из которых является Oligochaeta), чем типы Arthropoda и Mollusca, у которых одинаковое количество классов, однако у Mollusca было идентифицировано большее число видов.

Количественный состав

В целом на исследуемой акватории реки в 2023 г. по численности доминировали малощетинковые черви, составлявшие 48,8 % от общей численности. Сравнительно весомый вклад внесли личинки хирономид (15,1 %), двустворчатые (28,9 %) и брюхоногие моллюски (4,3 %).

Таблица 2. Таксономический состав зообентоса в нижнем течении р. Северная Двина в 2023 г.
Table 2. Taxonomic composition of zoobenthos in the lower reaches of the Severnaya Dvina River in 2023

№ п/п No.	Таксономические группы Taxonomic groups	№ п/п No.	Таксономические группы Taxonomic groups
	Annelida		Сем. / Family Ceratopogonidae
	Кл. / Class Oligochaeta	10	*Ceratopogonidae*. sp. lv.
1	*Tubifex* sp.		Отр. / Order Trichoptera
2	Tubificidae sp.	11	*Sericostoma personatum* (Kirby & Spence, 1826)
3	*Limnodrilus* sp.		Mollusca
4	Oligochaeta sp.		Кл. / Class Gastropoda
5	*Tubifex newaensis* (Michaelsen, 1903)	12	*Lymnaea* sp.
	Кл. / Class Clitellata	13	*Valvata* sp.
6	*Hirudinea* sp.	14	*Viviparus* sp.
	Кл. / Class Polychaeta	15	*Viviparus viviparus* (Linnaeus, 1758)
7	*Nereis* sp.	16	*Bithynia tentaculata* (Linnaeus, 1758)
	Arthropoda		Кл. / Class Bivalvia
	Кл. / Class Malacostraca	17	*Sphaeriidae* sp.
	Amphipoda	18	*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)
8	*Gammarus* sp.	19	*Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771)
	Кл. / Class Insecta	20	*Pisidium amnicum* (O. F. Muller, 1774)
	Отр. / Order Diptera	21	*Sphaerium rivicola* (Lamarck, 1818)
	Сем. / Family Chironomidae	22	*Unio pictorum* (Linnaeus, 1758)
9	*Chironomidae* sp. lv.		

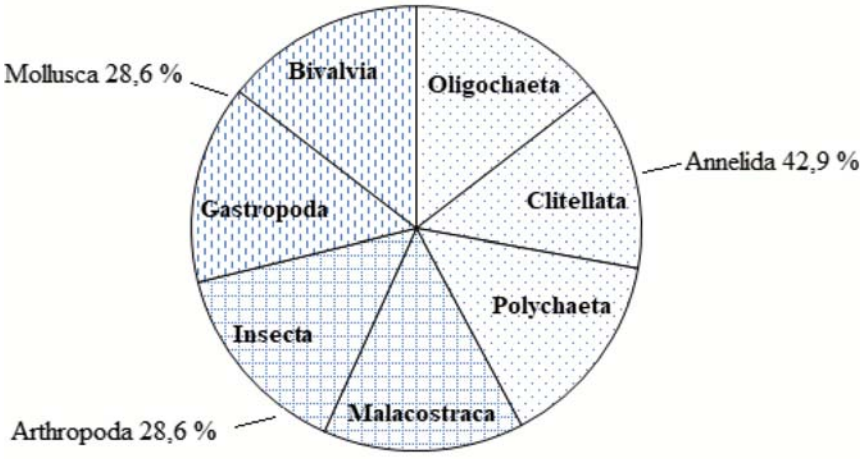

Рис. 2. Доли типов донных организмов в общем качественном составе зообентоса (по количеству входящих в них классов) в нижнем течении реки Северная Двина

Fig. 2. The proportion of types of benthic organisms in the total qualitative composition of zoobenthos (by the number of classes included in them) in the lower reaches of the Severnaya Dvina River

Доля остального зообентоса была невелика, составляя в сумме лишь 2,85 %. По значениям биомассы 90,5 % приходилось на двустворчатых моллюсков (главную роль сыграли *Dreissena polymorpha*), вклад брюхоногих моллюсков был невелик и составил 8,0 %. Доля остальных представителей зообентоса была незначительной и в сумме составила 1,5 % (табл. 3).

При анализе количественных показателей отобранные пробы зообентоса исследовались отдельно для каждого из шести районов. По численности на всех проанализированных участках преобладали представители малощетинковых червей, хирономид и двустворчатых моллюсков, однако по биомассе на них доминировали двустворчатые моллюски (табл. 4).

Таблица 3. Соотношение численности и биомассы донных беспозвоночных в р. Северная Двина в 2023 г.
Table 3. The ratio of the abundance and biomass of benthic invertebrates in the Severnaya Dvina River in 2023

Таксономические группы Taxonomic groups	Доля от общей численности, % Share of the total abundance, %	Доля от общей биомассы, % Share of total biomass, %
Polychaeta	0,5	⩽ 0,1
Oligochaeta	48,8	0,9
Chironomidae	15,1	0,2
Ceratopogonidae	0,4	⩽ 0,1
Clitellata	0,5	0,1
Amphipoda	0,5	⩽ 0,1
Malacostraca	0,1	0,1
Bivalvia	28,9	90,5
Gastropoda	4,3	8,0
Trichoptera	0,9	0,1
Всего / Total:	100,0	100,0

Таблица 4. Значения численности и биомассы донных беспозвоночных в нижнем течении р. Северная Двина в 2023 г. (*N*, экз./м^2; *B*, г/м^2)
Table 4. Abundance and biomass values of benthic invertebrates in the lower reaches of the Severnaya Dvina River in 2023 (*N*, units/m^2; *B*, g/m^2)

Таксономические группы Taxonomic groups	В черте г. Новодвинска The city of Novodvinsk							
	Зима Winter		Лето Summer		Осень Autumn		Среднее Average	
	N	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*
Oligochaeta	313	1,5	176	0,8	76	0,3	188	0,8
Chironomidae lv.	276	0,6	114	0,2	104	0,1	165	1,0
Ceratopogonidae lv.	-	-	57	0,1	-	-	19	0,1
Clitellata	-	-	227	7,0	57	0,9	95	2,6
Amphipoda	-	-	28	0,2	-	-	9	0,1
Gastropoda	-	-	298	148,7	99	60,1	132	69,6
Bivalvia	-	-	1030	1004,1	1420	1640,4	817	881,5
Всего / Total:	589	2,1	1930	1160,9	1756	1701,8	1425	955,5
Таксономические группы Taxonomic groups	В черте г. Архангельска у ж/д моста (левый берег) Arkhangelsk city, railway bridge (left bank)							
	Зима Winter		Лето Summer		Осень Autumn		Среднее Average	
	N	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*
Oligochaeta	1136	5,5	270	2,2	1023	2,3	809	3,3
Chironomidae lv.	1108	2,5	71	0,2	256	1,2	478	1,3
Gastropoda	114	3,5	99	177,5	0	0	71	60,3
Bivalvia	483	57,9	57	99,1	540	689,7	360	282,3
Всего / Total:	2841	69,4	497	279,1	1819	693,2	1718	347,2
Таксономические группы Taxonomic groups	В черте г. Архангельска у ж/д моста (правый берег) Arkhangelsk city, railway bridge (right bank)							
	Зима Winter		Лето Summer		Осень Autumn		Среднее Average	
	N	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*
Oligochaeta	-	-	114	0,1	-	-	-	-
Trichoptera	-	-	85	0,4	-	-	-	-
Bivalvia	-	-	199	127,1	-	-	-	-
Всего / Total:	-	-	398	127,5	-	-	-	-

Окончание табл. 4
Table 4 (continued)

Таксономические группы Taxonomic groups	Район дельты (д. Гневашево) р. Северная Двина в черте г. Архангельска The area of the delta (the village of Gnevashevo) of the Northern Dvina River within the city of Arkhangelsk							
	Зима Winter		Лето Summer		Осень Autumn		Среднее Average	
	N	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*
Oligochaeta	1335	1,8	672	2,2	1184	3,9	1064	2,6
Chironomidae lv.	334	0,7	415	1,6	350	0,9	366	1,1
Ceratopogonidae lv.	-	-	28	0,1	28	0,1	19	0,1
Bivalvia	131	4,8	165	7,5	227	17,0	174	9,8
Всего / Total:	1800	7,3	1280	11,4	1789	22,0	1623	13,6
Таксономические группы Taxonomic groups	Проток р. Кузнечиха The channel of the Kuznechikha River							
	Зима Winter		Лето Summer		Осень Autumn		Среднее Average	
	N	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*
Oligochaeta	-	-	28	0,1	-	-	-	-
Chironomidae lv.	-	-	57	0,1	-	-	-	-
Bivalvia	-	-	256	134,2	-	-	-	-
Всего / Total:	-	-	341	134,4	-	-	-	-
Таксономические группы Taxonomic groups	Район предустьевого взморья р. Северная Двина The area of the pre-estuary coast of the Severnaya Dvina River							
	Зима Winter		Лето Summer		Осень Autumn		Среднее Average	
	N	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*	*N*	*B*
Polychaeta	57	0,2	199	0,4	0	0	85	0,2
Oligochaeta	28	0,9	947	11,6	1222	3,3	732	5,0
Chironomidae lv.	-	-	57	2,1	170	0,1	76	0,7
Ceratopogonidae	-	-	-	-	114	0,3	38	0,1
Amphipoda	85	0,1	85	1,2	-	-	57	0,4
Malacostraca	28	15,6	28	0,1	-	-	19	5,2
Bivalvia	-	-	256	26,7	256	12,5	171	13,1
Trichoptera	-	-	170	2,9	-	-	57	0,1
Всего / Total:	198	15,9	1742	44,9	1762	15,9	1234	25,6

Примечание. Здесь и в табл. 5: «-» – нет или недостаточно данных.
Note. Here and in Table 5: «-» – no data or insufficient data.

Анализ полученных материалов выявил пространственную динамику количественных показателей зообентоса на разных участках дельтовой части р. Северная Двина. Так, в черте г. Новодвинска как по численности (57,3 %), так и по биомассе (92,3 %) преобладали двустворчатые моллюски. В роли субдоминантной группы по численности выступали олигохеты (13,2 %) и личинки хирономид (11,6 %), также был отмечен вклад в биомассу представителей брюхоногих моллюсков (7,3 %) (рис. 3).

В районе железнодорожного моста (левый берег) по численности преобладали представители класса олигохет (47,1 %), близкие значения имели личинки хирономид (27,8 %) и двустворчатые моллюски (21,0 %), численность брюхоногих моллюсков составляла только 4,1 %. По биомассе доминировали двустворчатые моллюски (81,3 %), доля брюхоногих моллюсков составляла 17,4 %, доля остальных гидробионтов – 1,3 %. У правого берега в районе железнодорожного моста в летний период доминировали двустворчатые моллюски (как по численности – 50,0 %, так и по биомассе – 99,6 %). Остальную часть выборки составляли олигохеты (численность – 28,6 % и биомасса – 0,1 %) и представители Trichoptera (численность – 21,4 % и биомасса – 0,3 %).

В районе начала дельты (д. Гневашево) р. Северная Двина в черте г. Архангельска по численности доминировали представители Oligochaeta (65,6 %). Значительная доля

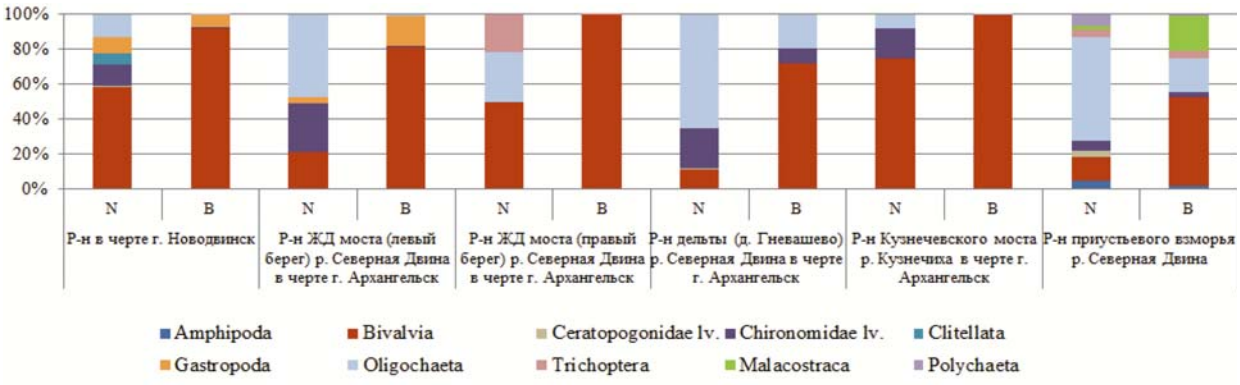

Рис. 3. Вклад основных групп макрозообентоса в формирование общей численности (N) и биомассы (B) по станциям в исследуемой части р. Северная Двина

Fig. 3. Contribution of the main macrozoobenthos groups to the formation of the total abundance (N) and biomass (B) at the stations in the studied part of the Severnaya Dvina River

в общей численности принадлежала личинкам хирономид (22,6 %) и двустворчатым моллюскам (10,7 %). Максимальный вклад (72,1 %) в создание общей биомассы внесли двустворчатые моллюски. Субдоминантами являлись олигохеты (19,6 %), личинки хирономид (8,2 %) и представители Ceratopogonidae lv. (0,2 %).

В составе донных биоценозов в протоке реки Кузнечиха (в летний период) по численности доминировали двустворчатые моллюски (их численность доходила до 75,1 %). В роли субдоминантов выступали личинки хирономид (16,7 %) и олигохеты (8,2 %). Основу биомассы составили двустворчатые моллюски (99,9 %).

В районе предустьевого взморья по численности доминировали олигохеты (59,3 %), по биомассе – двустворчатые моллюски (51,1 %). В роли субдоминантов по численности выступали двустворчатые моллюски (13,9 %), представители класса Polychaeta (6,9 %), хирономиды (6,2 %), по биомассе – класс Malacostraca (20,4 %) и олигохеты (19,5 %). Остальные группы гидробионтов имели слишком малые значения по обоим показателям.

Также было установлено изменение численности и биомассы зообентоса в разные сезоны 2023 г. В зимний период численность зообентоса имела тенденцию к снижению от русловой части реки (г. Новодвинск – 589 экз./м^2, район железнодорожного моста (левый берег) – 2841 экз./м^2, д. Гневашево – 1800 экз./м^2) к предустьевому взморью (198 экз./м^2). Биомасса имела в основном ту же тенденцию (соответственно 2,1, 69,4 и 7,3 г/м^2), но с увеличением значений на участке предустьевого взморья (15,9 г/м^2). В летний период как численность (1930, 497, 398 и 1280 экз./м^2 (русловая часть реки) → 341 экз./м^2 (начало дельты – р. Кузнечиха) → 1742 экз./м^2 (предустьевое взморье)), так и биомасса (1160,9, 279,1, 127,5, 11,4 → 134,4 → 44,9 г/м^2) зообентоса показывали значительные колебания на всех обследованных участках. В осенний период численность на всех участках претерпевала очень незначительные колебания (1756, 1819, 1789 → 1762 экз./м^2), а биомасса имела устойчивую тенденцию к снижению от русловой части реки к предустьевому взморью (1701,8, 693,2, 22,0 → 15,9 г/м^2).

Наименьшая численность зообентоса отмечена зимой у предустьевого взморья (198 экз./м^2), а биомасса – в тот же период в черте г. Новодвинска (2,1 г/м^2). Наибольшие численность и биомасса зообентоса зарегистрированы также в черте г. Новодвинска: лето – 1930 экз./м^2 и осень – 1701,8 г/м^2.

Значения численности в целом по станциям также изменялись в широком диапазоне от 341 экз./м^2 в протоке р. Кузнечиха до 1718 экз./м^2 в районе железнодорожного моста (левый берег). Среднее значение численности за исследуемый период составило 1123 экз./м^2, главным образом за счет большого количества олигохет и личинок хирономид. По значениям биомассы показатели варьировали от 13,6 г/м^2 в районе дельты (д. Гневашево) Северной Двины до 955,5 г/м^2 в черте г. Новодвинска за счет скоплений моллюсков *Dreissena polymorpha*, *Pisidium amnicum* и *Viviparus viviparus*. Среднее значение биомассы за 2023 г. составило 267,3 г/м^2.

Согласно анализу распределения по грунтам доминирующее положение занимали олигохеты. Главным образом они преобладали на илистом песке (11 185 экз./м^2), на котором в больших количествах находились и другие гидробионты, на песке (4148 экз./м^2) и на иле

Таблица 5. Распределение организмов зообентоса по грунтам в нижнем течении р. Северная Двина в 2023 г. (количество, экз./м²)

Table 5. Distribution of zoobenthos organisms by type of bottom in the lower reaches of the Severnaya Dvina River in 2023 (number of organisms, units/m²)

Таксономические группы Taxonomic groups	Тип грунта / Type of bottom				
	Ил Silt	Илистый песок Silty sand	Крупнозернистый песок Coarse-grained sand	Песок Sand	Каменистое дно Rocky bottom
Polychaeta	-	-	256	-	-
Oligochaeta	4006	11185	114	4148	114
Chironomidae	341	4659	114	2358	-
Ceratopogonidae	114	28	-	85	-
Clitellata	-	284	-	-	-
Amphipoda	114	28	142	-	-
Malacostraca	-	-	57	-	-
Bivalvia	1705	8551	341	398	199
Gastropoda	1222	1108	-	-	-
Trichoptera	284	-	57	-	85
Всего / Total:	7786	25843	1081	6989	398

(4006 экз./м²). На крупнозернистом песке (341 экз./м²) и на каменистом дне (199 экз./м²) преобладали двустворчатые моллюски. Представителей Ceratopogonidae и Amphipoda было меньше всего на иле (114 экз./м²) и илистом песке (28 экз./м²), а на песке Ceratopogonidae занимали последнее место по численности (85 экз./м²). На каменистом дне (85 экз./м²) и крупнозернистом песке (57 экз./м²) самые минимальные значения по численности показали отряд Trichoptera и класс Malacostraca (табл. 5).

Таким образом, илистое дно является наиболее благоприятным типом грунта как для олигохет, так и для большинства прочих беспозвоночных (61,4 % от всех организмов).

В работе М. А. Студеновой с соавторами [2023] по исследованиям, проводившимся с 1995 по 2019 г., основу численности и биомассы на всех участках русла р. Северная Двина формировали малощетинковые черви и хирономиды. Конкретно в нижнем течении Северной Двины средняя численность организмов зообентоса составила 3053 экз./м², а биомасса – 1,58 г/м². В нашем исследовании в зообентосе низовья р. Северная Двина по численности также преобладали олигохеты, однако по биомассе основную часть выборки составляли моллюски, средняя численность зообентоса за 2023 г. насчитывала 1123 экз./м², а биомасса – 267,3 г/м². Различия в преобладающих организмах, а также в показателях численности и биомассы можно объяснить тем, что в работе [Студенова и др., 2023] обобщены данные, собранные в течение 24 лет, в то время как в нашем исследовании мониторинг зообентоса р. Северной Двины длился один год.

При сравнении наших результатов с данными А. П. Новоселова и соавторов [2022], исследовавших в 2019 году устьевую область р. Северная Двина, выявлены различия в средних показателях численности (460 экз./м²) и биомассы (50488 мг/м²), но есть совпадение в отношении выделения доминанты: по численности – олигохеты, по биомассе – двустворчатые моллюски. В указанной работе [Новоселов и др., 2022] максимальные значения по численности зафиксированы в дельте Северной Двины в черте г. Архангельска (за счет большого количества олигохет и личинок хирономид), а биомассы – в районе г. Новодвинска и дельте Северной Двины в черте г. Архангельска (за счет скоплений двустворчатых моллюсков). В нашем исследовании в течение 2023 г. наибольшие численность (лето, 1930 экз./м²) и биомасса (осень, 1701,8 г/м²) зообентоса зарегистрированы в черте г. Новодвинска.

Заключение

В нижнем течении р. Северная Двина в 2023 г. зообентос представлен 22 видовыми и надвидовыми таксонами донных беспозвоночных. Они входят в три класса (Oligochaeta, Clitellata, Polychaeta) типа Annelida и в два класса типов Arthropoda (Malacostraca и Insecta) и Mollusca (Gastropoda и Bivalvia). Отметим, что у Mollusca идентифицировано наибольшее число видов. По численности на исследованных участках доминировали олигохеты, хирономиды и двустворчатые моллюски, но по биомассе преобладали исключительно двустворчатые моллюски.

Основная численность и биомасса гидробионтов выявлена на илистом песке.

Наименьшая численность зообентоса установлена в зимний период в районе предустьевого взморья (198 экз./м^2), а биомасса – в тот же период в черте г. Новодвинска (2,1 г/м^2). В г. Новодвинске также зарегистрирована наибольшая численность (лето, 1930 экз./м^2) и биомасса (осень, 1701,8 г/м^2) зообентоса.

Численность зообентоса в зимний период снижалась от русловой части реки к предустьевому взморью. Биомасса имела в основном ту же тенденцию, но с увеличением значений на участке предустьевого взморья. В летний период численность и биомасса зообентоса испытывали существенные колебания на всех обследованных участках. В осенний период численность на всех участках колебалась очень незначительно, а биомасса имела устойчивую тенденцию к снижению от русловой части реки к предустьевому взморью.

Литература

Алекин О. А. Основы гидрохимии. Учебное пособие для вузов. Л.: Гидрометеоиздат, 1953. 296 с.

Артемьев С. Н., Новоселов А. П., Климовский Н. В., Дворянкин Г. А., Дурныкин О. С. Результаты исследования зообентоса реки Сотки Пинежского заповедника (Архангельская область, Россия) // Вестник ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2021. № 1. С. 16–30. doi: 10.26456/vtbio183

Баканов А. И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (Обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.

Баканов А. И. Количественная оценка доминирования в экологических сообществах // Количественные методы экологии и гидробиологии: Сб. науч. трудов / Ред. Г. С. Розенберг. Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. С. 37–68.

Барышев И. А. Зообентос реки Кемь, бассейн Белого моря (состав, обилие и трофическая структура) // Труды Карельского научного центра РАН. 2018. № 10. С. 70–83. doi: 10.17076/eco908

Беляков В. П., Бажора А. И. Зообентос озер Ленинградской области и Санкт-Петербурга: влияние природных и антропогенных факторов // Известия Самарского научного центра РАН. 2016. Т. 18, № 2(2). С. 297–302.

Величковский В. А. Моллюски окрестностей Архангельска // Труды Государственного полярного химико-бактериологического института им. Тимирязева. Т. I. Архангельск: Хим.-бактериологич. ин-т, 1927. С. 147–151.

Евсеева А. А. Зообентос водотоков Катон-Карагайского государственного национального природного парка (бассейн реки Бухтарма, Казахстан) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. 2016. Т. 1(2). С. 19–29. doi: 10.24189/ncr.2016.014

Новоселов А. П. Видовое и экологическое разнообразие рыб бассейна реки Северная Двина // Экология. 2018. № 2. С. 127–136. doi: 10.7868/S0367059718020063

Новоселов А. П., Студенов И. И. Факторы техногенного воздействия на бассейн реки Северной Двины // Вестник Северного (Арктического) федерального университета. Сер. Естественные науки. 2014. № 2. С. 32–40.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. 457 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / Ред. И. М. Жила, И. М. Алюшинская. Л.: Гидрометеоиздат, 1972. 612 с.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 319 с.

Семерной В. П. Бентос приустьевого загрязняемого участка Северной Двины // Современные проблемы биологии, экологии, химии и экологического образования: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 40-летию фак. биологии и экологии Ярославск. гос. ун-та им. П. Г. Демидова. Ярославль, 2011. С. 137–142.

Семерной В. П., Воропаева О. Г., Верховцева Н. В., Верина О. В., Еремейшвили А. В. Организация и результаты гидробиологического мониторинга в устье Северной Двины // Проблемы охраны природы: Тез. докл. всерос. конф. Байкальск,1984. С. 29–30.

Соколова В. А. Биоценозы бентоса устьевого участка реки Северной Двины // Водные ресурсы Карелии и пути их использования. Петрозаводск: Карелия, 1970. С. 136–146.

Студенова М. А., Студенов И. И., Чупов Д. В. Зообентос русла реки Северная Двина // Теоретическая и прикладная экология. 2023. № 2. С. 147–154. doi: 10.25750/1995-4301-2023-2-147-154

Студенова М. А., Студенов И. И., Чупов Д. В., Самодов А. С. Зообентос дельты реки Северная Двина // Теоретическая и прикладная экология. 2021. № 2. С. 60–65. doi: 10.25750/1995-4301-2021-2-060-065

Чертопруд М. В., Чертопруд Е. С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. 4-е изд., испр. и доп. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2011. 185 с.

Novoselov A. P., Imant E. N., Artem'ev S. N., Matveev N. Yu., Matveeva A. D. Current state of planktonic and benthic communities in the mouth part of the Northern Dvina River // Russian Journal of Ecology. 2022. Vol. 53, no. 3. P. 212–220. doi: 10.1134/S1067413622030080

References

Abakumov V. A. (ed.). Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems. St. Petersburg: Gidrometeoizdat; 1992. 319 p. (In Russ.)

Alekin O. A. Fundamentals of hydrochemistry: a textbook. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1953. 296 p. (In Russ.)

Alekseev V. R., Tsalolikhin S. Ya. (eds.). A key to zooplankton and zoobenthos of freshwaters of European Russia.Vol. 2. The zoobenthos. Moscow: KMK; 2016. 457 p. (In Russ.)

Artem'ev S. N., Novoselov A. P., Klimovskii N. V., Dvoryankin G. A., Durnykin O. S. Results of the zoobenthos research in the Sotka River, Pinezhsky State Reserve (Arkhangelsk Region, Russia). *Vestnik TvGU. Ser. Biologiya i ekologiya = Bulletin of TvSU. Series: Biology and Ecology.* 2021;1:16–30. doi: 10.26456/vtbio183 (In Russ.)

Bakanov A. I. Use of zoobenthos for monitoring freshwater waterbodies (Review). *Biologiya vnutrennikh vod = Inland Water Biology.* 2000;1:68–82. (In Russ.)

Bakanov A. I. Quantitative assessment of dominance in ecological communities. *Kolichestvennye metody ekologii i gidrobiologii: Sb. nauch. trudov = Quantitative methods in ecology and hydrobiology: Proceed.* Tol'yatti: SamNTs RAN; 2005. P. 37–68. (In Russ.)

Baryshev I. A. Zoobenthos of the Kem'River, White Sea drainage basin (composition, abundance and trophic structure). *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of Karelian Research Centre RAS.* 2018;10:70–83. doi: 10.17076/eco908 (In Russ.)

Belyakov V. P., Bazhora A. I. Zoobenthos in the Leningrad Oblast and St. Petersburg lakes: the impact of natural and anthropogenic factors. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN = Izvestiya of the Samara Scientific Center of the RAS*. 2016;18(2):297–302. (In Russ.)

Chertoprud M. V., Chertoprud E. S. A short key to invertebrates in freshwater reservoirs in the centre of European Russia. 4th ed., rev. and enl. Moscow: KMK; 2011. 185 p. (In Russ.)

Evseeva A. A. The zoobenthos communities of streams in the Katon-Karagai State National Natural Park (The Bukhtarma River basin, Kazakhstan). *Nature Conservation Research. Zapovednaya nauka.* 2016;1(2):19–29. doi: 10.24189/ncr.2016.014 (In Russ.)

Novoselov A. P. Species and environmental diversity of fish of the Northern Dvina River Basin. *Russian Journal of Ecology*. 2018;49(2):143–151. doi: 10.1134/S1067413618010113 (In Russ.)

Novoselov A. P., Imant E. N., Artem'ev S. N., Matveev N. Yu., Matveeva A. D. Current state of planktonic and benthic communities in the mouth part of the Northern Dvina River. *Russian Journal of Ecology*. 2022;53(3): 212–220. doi: 10.1134/S1067413622030080

Novoselov A. P., Studenov I. I. Factors of anthropogenic impact on the Northern Dvina River Basin. *Vestnik Severnogo (Arkticheskogo) federal'nogo universiteta. Ser. Estestvennye nauki = Arct. Environ. Res*. 2014;2:32–40. (In Russ.)

Semernoi V. P. Benthos of the estuary polluted area of the Northern Dvina. *Sovremennye problemy biologii, ekologii, khimii i ekologicheskogo obrazovaniya: Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., posvyashch. 40-letiyu fak. biologii i ekologii Yaroslavsk. gos. un-ta im. P. G. Demidova = Current problems of biology, ecology, chemistry and environmental education: Proceed. of the Int. scientific and practical conference, dedicated to the 40th anniversary of the Faculty of Biology and Ecology, P. G. Demidov Yaroslavl State University*. Yaroslavl'; 2011. P. 137–142. (In Russ.)

Semernoi V. P., Voropaeva O. G., Verkhovtseva N. V., Verina O. V., Eremeishvili A. V. Organization and results of the hydrobiological monitoring at the mouth of the Northern Dvina. *Problemy okhrany prirody: Tez. dokl. vseros. konf. = Issues of nature protection: Proceed. of the All-Russian conference.* Baikal'sk; 1984. P. 29–30. (In Russ.)

Sokolova V. A. Biocenoses of benthos of the estuary section of the Severnaya Dvina River. *Vodnye resursy Karelii i puti ikh ispol'zovaniya = Water resources of Karelia and ways of their use*. Petrozavodsk: Kareliya; 1970. P. 136–146. (In Russ.)

Studenova M. A., Studenov I. I., Chupov D. V., Samodov A. S. Zoobenthos of the Severnaya Dvina River delta. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology.* 2021;2:60–65. doi: 10.25750/1995-4301-2021-2-060-065 (In Russ.)

Studenova M. A., Studenov I. I., Chupov D. V. Zoobentos of the Severnaya Dvina River. *Teoreticheskaya i prikladnaya ekologiya = Theoretical and Applied Ecology.* 2023;2:147–154. doi: 10.25750/1995-4301-2023-2-147-154 (In Russ.)

Velichkovskii V. A. Mollusks in the vicinity of Arkhangelsk. *Trudy Gosudarstvennogo polyarnogo khimiko-bakteriologicheskogo instituta im. Timiryazeva = Proceedings of the State Polar Chemical and Bacteriological Institute*. Vol. I. Arkhangel'sk: Khim.-bakteriologich. in-t; 1927. P. 147–151. (In Russ.)

Zhila I. M., Alyushinskaya I. M. (eds.). Surface water resources in the Soviet Union: Hydrological knowledge. Vol. 3: The Northern Region. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1972. 612 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 14.03.2024; принята к публикации / accepted: 02.05.2024.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Бурмагин Максим Валентинович

стажер-исследователь лаборатории эволюционной экологии и геномики гидробионтов

e-mail: 98maxbur12@gmail.com

Матвеев Николай Юрьевич

младший научный сотрудник лаборатории эволюционной экологии и геномики гидробионтов

e-mail: matnikkego@yandex.ru

CONTRIBUTORS:

Burmagin, Maksim

Trainee Researcher

Matveev, Nikolai

Junior Researcher