

МАКРОЗООБЕНТОС НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ Р. УСТЬЕ

А. П. Белова*, Е. Г. Пряничникова

Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина Российской академии наук
152742, пос. Борок, Ярославская область, Некоузский р-н, e-mail: *belova_nastya_7@mail.ru

Поступила в редакцию 14.08.2025

В 2021–2022 гг. изучены основные характеристики макрозообентоса и проведена оценка качества воды в нижнем течении р. Устье (Ярославская обл.). Всего в макрозообентосе зарегистрировано 105 низших определяемых таксонов, основными представителями которых были личинки хирономид (37) и моллюски (14). Впервые для донной фауны Ярославской области отмечены личинки хирономиды *Saetheria* c.f. *tylus*. Максимальное видовое богатство было отмечено осенью в рипали, вследствие массового появления личинок амфибиотических насекомых. Доминантными видами для всех типов грунтов были *Tubifex newaensis* и *Unio pictorum*. Максимальные показатели обилия отмечены в рипали весной, в медиали — летом и осенью. Основу численности макрозообентоса на всех типах грунтов формировали хирономиды, а биомассы — олигохеты. Динамика численности и биомассы, наблюдаемая в период исследования, обусловлена главным образом особенностями жизненных циклов хирономид и других амфибиотических насекомых. При проведении оценки качества воды по показателям макрозообентоса было показано постепенное улучшение условий с мая по октябрь, переход с III на II класс качества вод, что свидетельствует о высоком потенциале самоочищения водоема.

Ключевые слова: донная фауна, малая река, сезонная динамика, *Saetheria* c.f. *tylus*, качество воды.

DOI: 10.47021/0320-3557-2026-53-73

ВВЕДЕНИЕ

На территории России протекает свыше 2.5 миллионов рек, начиная от самых мелких и заканчивая крупными. Большую часть из них составляют именно малые реки, благодаря которым крупные водотоки подпитываются и становятся многоводными [Рохмистров, 2004 (Rokhmistrov, 2004)]. Однако, в течение последних 10–15 лет отмечено значительное ухудшение состояния бассейнов малых рек — истощение водных ресурсов, ухудшение качества воды, зарастание и заиливание русел, деградация водной биоты [Пряжинская, 2002 (Pryazhinskaya, 2002)]. При изучении экологического состояния водоема особое внимание уделяется донным сообществам, поскольку они широко распространены, обитают в водной среде длительное время и тесно взаимодействуют как с водой, так и с грунтами. В связи с этим, макробеспозвоночные, в сравнении с другими компонентами гидробиоценоза, позволяют наиболее четко отразить степень загрязнения, особенно хронического. Стоит отметить, что при использовании донных сообществ как одного из элементов системы мониторинга загрязнения поверхностных

вод, следует изучать не только структурные характеристики, но и их динамику [Безматерных, 2007 (Bezmaternykh, 2007)].

Макрозообентос р. Устье недостаточно изучен. Последние исследования датируются 2000–ми годами. При этом за 20 лет на водоток существенно возросло антропогенное воздействие: увеличение плотности застроек вдоль берегов в нижнем течении р. Устье (д. Перевозново, к.п. Устье, д. Бородино, д. Левково, р.п. Семибратово, д. Козлово), а также появление в р.п. Семибратово “Сыктывкар Тисью ГРУПП” (Ростовский филиал) занимающегося производством бумаги и картона. Таким образом исследования макрозообентоса весьма актуальны, поскольку позволяют оценить современное экологическое состояние малой реки.

Цель работы — изучение основных характеристик донных сообществ и оценка качества воды по показателям макрозообентоса в нижнем течении р. Устье за 2021–2022 гг.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Река Устье протекает по территории Ярославской области. Она берет начало из болота с. Заозерье Углицкого района. Вначале она течет в восточном направлении, по территории Борисоглебского и Ростовского района. В черте пос. Семибратово р. Устье круто поворачивает на юг и около с. Николо-Перевоз сливается с р. Вексой, образуя р. Которосль. Длина реки

составляет 153.6 км, ширина русла колеблется от 10 до 40 м, средняя глубина равна 2 м, а максимальная — 4 м [Борисоглебский..., 2011 (Borisoglebski..., 2011)]. Скорость течения в нижнем участке р. Устье составляет 0.12–0.13 м/с [АИС ГМВО (AIS GMVO)].

Гидробиологический материал собирали на 5 станциях в октябре 2021 г. (качественные

пробы), а также в мае, июле и октябре 2022 г. на 12 станциях (количественные пробы). Половина станций в 2022 г. располагалась в мелководной зоне с растительностью и условно относилась к рипали, другая — была отнесена к медиали. Всего за период полевых работ с помощью дночерпателя Экмана–Берджа ($1/40 \text{ м}^2$) отобрана 41 проба (36 количественных и 5 качественных). Каждая проба состояла из трех

подъемов дночерпателя. Глубина в рипали варьировала от 0.5 до 1.5 м, станции глубже 1.5 м были отнесены к медиали, при этом максимальная глубина достигала 3.9 м. Грунты преимущественно песчаные (с разной степенью заиливания), также были отмечены серый и песчаный илы.



Рис. 1. Расположение станций отбора макрозообентоса в 2022 г. (ориг.) Обозначения: красный круг — рипаль, желтый круг — медиаль.

Fig. 1. Location of macrozoobenthos sampling stations in 2022 (original). Designations: red circle — ripal, yellow circle — medial.

Параллельно с отбором проб измеряли гидрофизические показатели: температуру воды, скорость течения и прозрачность.

Камеральную и статистическую обработку собранного материала проводили по методике, принятой в ИБВВ РАН [Методика..., 1977; Методы..., 2024 (Methodika..., 1977; Methods..., 2024)]. Для оценки состояния сообществ макрозообентоса использовали следующие показатели: численность (N), биомасса (B), частота встречаемости (P) и количество видов (S). К “мягкому” бентосу относили личинок амфибиотических насекомых, олигохет и пиявок [Головатюк, 2003 (Golovatyuk, 2003)].

Для выявления комплексов доминирующих видов применяли индекс плотности Арнольди в модификации Г.Х. Щербины [1993

(Shcherbina, 1993). Доминантами считали представителей донной фауны с индексом $>10\%$.

Трофические группы определяли согласно классификации А.А. Прокина [Методы..., 2024 (Methods..., 2024)].

Определение фаунистического сходства осуществляли на основании индекса Дайса, сравнение сообществ по относительному обилию — на основании индекса Брея–Кертиса, выявление достоверных различий между количественными характеристиками основных таксономических групп на основании индекса Манна–Уитни и Краскела–Уоллиса, выявление взаимосвязей между изменением количественных характеристик и абиотическими факторами с помощью корреляции Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В октябре 2021 г. в нижнем течении р. Устье идентифицировано 68 низших опреде-

ляемых таксонов (НОТ), среди которых доминирующее положение занимали личинки насеко-

мых (45 НОТ), включая хирономид, составляющих половину данной группы (23 НОТ). В медиали отмечены все эти виды хирономид, в то время как в рипали всего 3 таксона рангом ниже рода. В составе макрозообентоса присутствовали также моллюски (11), олигохеты (6) и пиявки (4). Если видовая представленность моллюсков и олигохет была значительно выше в медиали, то число видов пиявок было выше в рипали. Кроме того, были отмечены личинки вислоккрылок, бабочек, слепней и жуков, отнесенные к группе прочие (табл. 1).

В мае 2022 г. зарегистрировано 53 НОТ, среди которых основную часть составляли личинки хирономид (25 НОТ). В отличие от осени 2021 г., видовая представленность хирономид была выше в рипали на несколько таксонов рангом ниже рода. В макрозообентосе обеих зон практически поровну были представлены моллюски, олигохеты, пиявки, стрекозы, поденки, ручейники и представители из группы прочих (личинки слепней, мошек, вислоккрылок и жуков).

В июле количество выявленных НОТ увеличилось до 57, при этом основу, как и ранее, составляли личинки хирономид (27) с небольшой разницей между числом видов данной группы в рипали (19) и медиали (23). По сравнению с маем, отмечено увеличение видовой представленности олигохет (5). В группе прочих число низших определяемых таксонов личинок жуков, слепней и вислоккрылок осталось на том же уровне, что и весной, однако отсутствовали веснянки и мошки.

В октябре в макрозообентосе нижнего течения р. Устье отмечено наибольшее число низших определяемых таксонов за все время исследования — 64, из которых личинки хирономид составляли 23 таксона рангом ниже рода, причем число видов в рипали и медиали было практически равным. В сравнении с предыдущими сезонами практически вдвое увеличилось число видов моллюсков как в рипали, так и в медиали, а также значительно возросла видовая представленность ручейников (табл. 1).

Таблица 1. Видовая представленность основных таксономических групп нижнего течения р. Устье

Table 1. The number of species of the main taxonomic groups of the lower reaches of the Ustye River

Таксономическая группа Taxonomic group	Рипаль / Ripal				Медиаль / Medial			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Моллюски Mollusca	4	4	6	10	11	5	5	8
Олигохеты Oligochaeta	4	2	4	5	6	2	2	3
Пиявки Hirudinea	3	2	2	2	1	1	1	2
Стрекозы Odonata	4	1	0	3	2	1	0	3
Поденки Ephemeroptera	2	2	1	3	3	1	3	2
Хирономиды Chironomidae	3	19	19	18	23	16	23	19
Мокрецы Serratorogonidae	0	5	2	4	3	3	2	3
Ручейники Trichoptera	1	0	1	5	1	1	1	5
Прочие Varia	4	4	4	4	6	3	3	2

Примечание. “I” — октябрь 2021 г., “II” — май 2022 г., “III” — июль 2022 г., “IV” — октябрь 2022 г.

Note. “I” — October 2021, “II” — May 2022, “III” — July 2022, “IV” — October 2022.

Таким образом, за весь период исследований было выявлено, что основу фауны донных сообществ нижнего течения р. Устье составляли 105 низших определяемых таксонов, представленных тремя типами (Mollusca, Annelida, Arthropoda), четырьмя классами (Gastropoda, Bivalvia, Clitellata и Insecta) и 34 семействами. Наибольшим видовым богатством отличался

тип Arthropoda (77 НОТ). Причем среди таксонов рангом ниже рода, относящихся к типу членистоногих, наибольшая доля была отнесена к отряду Diptera (58%). Что касается двукрылых, подавляющее большинство (82%), приходилось на сем. Chironomidae (табл. 2). Стоит отметить, что в зоне рипали выявлено 85 НОТ, а в зоне медиали — 83 НОТ. Однако наибольшее видовое богатство хирономид было отмечено

именно в зоне медиали (37), тогда как в рипали оно было несколько ниже (27). Тем не менее, в рипали в большей степени были представлены другие личинки амфибиотических насекомых — поденки, стрекозы и мокрецы. Помимо прочего, важно подчеркнуть, что в зоне рипали (15) видовое богатство моллюсков было больше, чем в зоне медиали (12).

На песках с наилком и растительными остатками, а также на заиленных песках отмечены личинки хирономиды *Saetheria* s.f. *tylus*, в мае ее обилие составило 333 ± 327 экз./м² и 0.4 ± 0.2 г/м², а в июле 150 ± 50 экз./м² и 0.34 ± 0.1 г/м². До настоящего исследования данный вид отсутствовал в списках видов макрозо-

обентоса различных типов водоемов Ярославской области [Щербина, Перова, 2005 (Shcherbina, Perova, 2005); Пряничникова, Жгарева, 2020 (Pryanichnikova, Zhgareva, 2020); Ловкова, Пряничникова, 2024 (Lovkova, Pryanichnikova, 2024)]. Ранее он был распространен только в регионах Дальнего Востока [Макарченко, 2001 (Makarchenko, 2001); Кузьмина, 2003 (Kuzmina, 2003); Орел, 2014 (Orly, 2014)]. Но в последнее время появились данные по регистрации личинок этого вида в макрообентосе р. Ока (Рязанская область) и р. Яйвы (Пермский край) [Поздеев, 2017 (Pozdeyev, 2017); Палатов, 2019 (Palatov, 2019)].

Таблица 2. Видовой состав макрозообентоса нижнего течения р. Устье

Table 2. Taxonomic composition of macrozoobenthos of the lower reaches of the Ustye River

Таксон Taxon	Рипаль / Ripal				Медяль / Medial			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Phylum MOLLUSCA								
Class Gastropoda								
Fam. Valvatidae								
<i>Cincinna depressa</i> C. Pfeiffer, 1821	-	-	+	+	+	-	+	+
<i>C. piscinalis</i> (O. F. Müller, 1774)	-	-	-	+	+	-	-	+
Fam. Viviparidae								
<i>Viviparus viviparus</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	+	-	-	-
Fam. Bithynidae								
<i>Bithynia tentaculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	+	+	+	+	-	+
Fam. Lymnaeidae								
<i>Lymnaea</i> sp.	+	-	-	+	+	-	-	+
Class Bivalvia								
Fam. Unionidae								
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Pseudanodonta complanata</i> Rossmässler, 1835	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>U. tumidus</i> Philipsson, 1788	-	+	-	+	-	+	-	+
<i>U. pictorum</i> Linnaeus, 1758	-	+	+	+	+	+	+	+
Fam. Sphaeriidae								
<i>Euglesa</i> sp.	+	-	-	+	+	-	+	+
<i>Neopisidium</i> sp.	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pisidium amnicum</i> (O. F. Müller, 1774)	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	+	-	+	+	-	+
Fam. Planorbidae								
<i>Planorbarius</i> sp.	+	-	-	-	+	-	-	-
Phylum ANNELIDA								
Class Clitellata								
Subclass Oligochaeta								
Fam. Naididae								
<i>Aulodrilus limnobius</i> Bretscher, 1899	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Nais communis</i> Piguët, 1906	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Limnodrilus claparedeanus</i> (Ratzel, 1869)	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>L. hoffmeisteri</i> Claparède, 1862	+	-	-	+	+	-	-	-
<i>L. udekemianus</i> Claparède, 1862	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelsen, 1901)	+	+	+	+	+	+	-	+
<i>Spirosperma ferox</i> (Eisen, 1879)	+	-	-	+	-	-	-	+
<i>Tubifex newaensis</i> (Michaelsen, 1902)	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>T. tubifex</i> (Müller, 1773)	-	-	+	+	-	-	-	-
Subclass Hirudinea								
Fam. Glossiphonidae								
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linnaeus, 1758)	+	-	-	-	-	-	-	+
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+	+	+	+	-	+

Таксон Taxon	Рипаль / Ripal				Медиаль / Medial			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Fam. Piscicolidae								
<i>Piscicola fasciata</i> Kollar, 1842	-	-	+	-	-	-	-	-
<i>P. geometra</i> (Linnaeus, 1758)	-	-	-	+	-	-	+	-
Fam. Erpobdellidae								
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	-	-	+	-	-	-
Phylum ARTHROPODA								
Class Insecta								
Order Plecoptera								
<i>Plecoptera</i> pupa	-	-	-	-	-	+	-	-
Order Ephemeroptera								
Fam. Baetidae								
<i>Baetidae</i> gen.sp. (lv)	-	-	-	+	-	-	-	-
Fam. Caenidae								
<i>Caenis macrura</i> Stephens, 1835 (lv)	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758) (lv)	-	-	+	+	+	-	+	+
Fam. Leptophlebiidae								
<i>Paraleptophlebia cincta</i> Retzius, 1783 (lv)	+	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Ephemeridae								
<i>Ephemera lineata</i> Eaton, 1870 (lv)	-	+	-	+	-	-	+	+
<i>Ephemera vulgata</i> Linnaeus, 1758 (lv)	-	+	-	+	+	+	+	-
Fam. Siphonuridae								
<i>Siphonurus lacustris</i> Eaton, 1870 (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-
Order Odonata								
Fam. Coenagrionidae								
<i>Enallagma cyathigerum</i> Charpentier, 1840 (lv)	+	-	-	-	+	-	-	-
<i>Coenagrion</i> sp.	+	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Platycnemididae								
<i>Platycnemis pennipes</i> (Pallas, 1771) (lv)	+	-	-	+	-	-	-	+
Fam. Gomphidae								
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linnaeus, 1758) (lv)	-	+	-	+	-	-	-	+
<i>Onychogomphus forcipatus</i> (Linnaeus, 1758) (lv)	-	-	-	-	-	+	-	-
Fam. Agrionidae								
<i>Agrion splendens</i> Harris, 1780 (lv)	+	-	-	+	-	-	-	+
Order Heteroptera								
<i>Heteroptera</i> gen sp.	-	-	-	-	+	-	+	-
Order Hemiptera								
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> Fabricius, 1794	-	-	-	+	-	-	-	-
Order Coleoptera								
<i>Coleoptera</i> gen. sp.	-	+	-	-	+	-	-	-
Fam. Gyrinidae								
<i>Orectochilus</i> sp. (lv)	-	-	-	-	-	+	-	-
Fam. Dytiscidae								
<i>Dytiscus</i> sp. (lv)	-	-	+	+	-	-	+	+
<i>Platambus maculatus</i> (Linnaeus, 1758) (lv)	+	-	-	-	-	-	-	-
Fam. Haliplidae								
<i>Halipus fluviatilis</i> Aubé, 1836 (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-
Fam. Chrysomelidae								
<i>Donacia</i> sp. (lv)	-	-	+	+	-	-	-	-
Order Megaloptera								
<i>Sialis sordida</i> Klingstedt, 1932 (lv)	+	-	+	-	-	-	-	-
Order Trichoptera								
Fam. Hydropsyhidae								
<i>Hydropsyche</i> sp. (lv)	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Hydropsyche angustipennis</i> (Curtis, 1834) (lv)	-	-	-	+	-	-	-	-
Fam. Polycentropodidae								
<i>Cyrnus flavidus</i> McLachlan, 1864 (lv)	+	-	-	+	+	-	-	+
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834) (lv)	+	-	-	+	+	-	-	+
Fam. Ecnomidae								
<i>Ecnomus tenellus</i> (Rambur, 1842) (lv)	-	-	-	+	-	-	-	+

Таксон Taxon	Рипаль / Ripal				Медиаль / Medial			
	I	II	III	IV	I	II	III	IV
Fam. Leptoceridae								
<i>Athripsodes aterrimus</i> (Stephens, 1836) (lv)	-	-	+	+	-	-	-	+
Order Lepidoptera								
Fam. Pyraustidae								
<i>Nymphula</i> sp. (lv)	-	+	-	-	+	-	-	-
Order Diptera								
Fam. Tabanidae								
<i>Tabanus</i> sp. (lv)	+	+	+	+	+	+	+	+
Fam. Simuliidae								
<i>Simulium</i> sp. (lv)	-	+	-	-	-	-	-	-
Fam. Ceratopogonidae								
<i>Bezzia</i> sp. (lv)	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Ceratopogon</i> sp.1 (lv)	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Ceratopogon</i> sp.2 (lv)	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Culicoides</i> sp. (lv)	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Mallochohelea munda</i> Loew, 1864 (lv)	-	+	+	+	+	-	-	+
<i>Probezzia seminigra</i> Panzer, 1798 (lv)	-	+	-	+	+	+	+	+
Fam. Chironomidae								
<i>Ablabesmyia</i> gr. <i>monilis</i> (lv)	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>A. phatta</i> Egger, 1863 (lv)	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Procladius choreus</i> (Meigen, 1804) (lv)	+	+	+	+	+	+	+	+
<i>P. ferrugineus</i> (Kieffer, 1918) (lv)	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Corynoneura celeripes</i> Winnertz, 1852 (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Orthocladinae</i> gen sp. (lv)	-	+	-	-	-	-	-	-
<i>Orthocladus</i> gr. <i>saxicola</i> (lv)	-	-	-	-	+	-	-	+
<i>Psectrocladius dilatatus</i> Wulp, 1859 (lv)	-	+	-	-	-	-	+	-
<i>Chironomus</i> sp. (lv)	-	-	-	-	-	-	+	-
<i>Chironomus</i> gr. <i>plumosus</i> (lv)	-	-	-	+	+	-	+	+
<i>Cladotanytarsus</i> gr. <i>mancus</i> (lv)	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Clinotanytus</i> gr. <i>nervosus</i> (lv)	-	-	+	+	+	+	-	+
<i>Cricotopus</i> gr. <i>algarum</i> (lv)	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>anomalus</i> (lv)	-	-	-	+	-	-	-	-
<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i> (lv)	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Demicryptochironomus</i> gr. <i>vulneratus</i> (lv)	-	+	+	-	+	-	+	+
<i>Dicrotendipes tritonus</i> Kieffer, 1916 (lv)	-	-	+	-	+	-	-	-
<i>Endochironomus donatoris</i> (Shilova, 1974) (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Endochironomus tendens</i> Fabricius, 1775 (lv)	-	+	+	+	-	-	-	+
<i>Glyptotendipes gripekoveni</i> Kieffer, 1913 (lv)	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Micropsectra</i> gr. <i>praecox</i> (lv)	-	+	+	+	-	-	+	+
<i>Microtendipes</i> gr. <i>pedellus</i> (lv)	-	-	-	+	+	+	+	+
<i>Paracladopelma camptolabis</i> (Kieffer, 1913) (lv)	-	+	+	-	-	+	-	-
<i>Paralauterborniella nigrochalteralis</i> Malloch, 1915 (lv)	-	-	+	-	+	+	+	+
<i>Paratanytarsus</i> gr. <i>lauterborni</i> (lv)	-	-	-	+	-	-	+	-
<i>Paratanytarsus confusus</i> Palmen (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Pentapedilum</i> gr. <i>exectum</i> (lv)	-	-	-	+	+	-	-	+
<i>Polypedilum bicrenatum</i> Kieffer, 1921 (lv)	-	+	+	-	+	-	+	+
<i>Polypedilum convictum</i> (Walker, 1956) (lv)	-	+	+	+	+	+	+	+
<i>Polypedilum nubeculosum</i> (Meigen, 1804) (lv)	-	+	+	+	+	-	+	-
<i>Polypedilum scalaenum</i> Schrank, 1803 (lv)	-	+	+	+	-	-	+	+
<i>Rheotanytarsus</i> sp. (lv)	+	+	+	+	+	-	+	+
<i>Robackia demeijeri</i> (Kruseman, 1933) (lv)	-	+	-	-	-	+	-	-
<i>Saetheria</i> c.f. <i>tylus</i> Townes, 1945 (lv)	-	+	+	-	-	+	+	-
<i>Stempellina</i> gr. <i>bausei</i> (lv)	-	-	-	-	-	+	-	-
<i>Stictochironomus crassiforceps</i> Kieffer, 1922 (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-
<i>Tanytarsus</i> gr. <i>gregarius</i> (lv)	-	-	-	-	+	-	-	-

Примечание. “I” — октябрь 2021 г., “II” — май 2022 г., “III” — июль 2022 г., “IV” — октябрь 2022 г., “-” — вид отсутствует.

Note. “I” — October 2021, “II” — May 2022, “III” — July 2022, “IV” — October 2022, “-” — the species is absent.

Для макрозообентоса одним из основных факторов, влияющих как на его таксономическую структуру, так и на количественное развитие является тип грунта [Салтанова, 2011 (Saltanova, 2011)]. Грунты нижнего течения р. Устье были представлены песками различной степени заиленности с растительными остатками и заиленным песком. Исключением была ст. 5, где в рипали был отмечен песчанистый ил, а в медиали — серый ил.

На песчаных грунтах, обнаруженных в рипали р. Устье, выявлен 71 низший определяемый таксон (НОТ), среди которых особенно высоким видовым богатством отличались хирономиды — 26 таксонов рангом ниже рода. Помимо комаров-звонцов, значительную представленность имели моллюски (10), олигохеты (6), мокрецы (6), ручейники (5) и группа прочие (12 НОТ включающая слепней, мошек, вислокрылок и жуков). Весной видовое богатство составляло 35 НОТ, основу которого формировали личинки хирономид (18 НОТ). Остальные группы были представлены одним-двумя видами, за исключением мокрецов (5 НОТ) и представителей группы прочие (3 НОТ). Среди доминантных видов отмечены моллюск *Unio pictorum*, олигохета *Tubifex newaensis*, а также личинки насекомых *Cladotanytarsus* gr. *mancus* и *Gomphus vulgatissimus*. Летом видовое богатство незначительно увеличилось до 38 НОТ, при этом основу по-прежнему составляли личинки хирономид (18 НОТ). Однако, стоит отметить, что в летний период возросла видовая представленность моллюсков (с 2 до 6 НОТ), олигохет (с 2 до 4 НОТ), кроме того, в макрозообентосе появились ручейники (1 НОТ). Однако, значительно снизилось число видов мокрецов (с 5 до 2 НОТ) (рис. 1). Доминантными видами в июле в макрозообентосе были олигохеты *Limnodrilus claparedeanus* и *Tubifex newaensis*. Осенью видовое богатство достигло максимума и составляло 48 НОТ, где основу, как и в предыдущие сезоны, продолжали формировать личинки хирономид — 16 таксонов рангом ниже рода. Значительную роль в увеличении видового богатства сыграли группы, в которых количество таксонов рангом ниже рода выросло относительно июля: моллюски (8), олигохеты (5) и ручейники (4). Среди осенних доминантов были отмечены олигохета *T. newaensis* и поденка *Caenis horaria*. Фаунистическое сходство между сезонами оказалось достаточно высоким: 60% между весной и летом, 58% между летом и осенью, а также 48% между весной и осенью.

На заиленных песках, встречающихся в медиали р. Устье, выявлено 63 низших определяемых таксонов (НОТ), среди которых наиболее высокое видовое богатство продемонстрировали хирономиды — 28 таксонов рангом ниже рода. Кроме того, значительную представленность получили моллюски (11), ручейники (5) и группа прочих (5), включающая вислокрылок, жуков и слепней. Весной на данном типе грунта выявлено 28 НОТ, половину из которых составляли личинки хирономид. Остальные группы макрозообентоса были представлены единичными видами (рис. 1). Среди доминантных видов отмечены поденка *Ephemera lineata* и олигохета *Tubifex newaensis*. Летом видовое богатство увеличилось до 37 НОТ. В сравнении с весной возросла видовая представленность личинок хирономид (с 14 до 20). Доминантный комплекс в июле включал олигохету *T. newaensis* и моллюска *Unio pictorum*. Осенью видовое богатство достигло пика и составило 43 НОТ. Несмотря на некоторое уменьшение видовой представленности хирономид (до 17), они все еще вносили наибольший вклад в формирование видового богатства макрозообентоса. В сравнении с летним периодом возросло число видов моллюсков (с 6 до 10). Доминантный комплекс в осенний период формировался моллюсками *Unio pictorum* и *Euglesa* sp., олигохетой *Tubifex newaensis*, а также хирономидами *Cricotopus* gr. *algarum* и *Saetheria* c.f. *tylus*. Фаунистическое сходство между сезонами оставалось высоким: 49% между весной и летом, 60% между летом и осенью, а также 51% между весной и осенью.

На станции с песчанистым илом, отмеченной в зоне рипали, выявлено 32 низших определяемых таксона. Среди них значительный вклад в видовое богатство вносили личинки хирономид (10 НОТ) и моллюски (8 НОТ). Также в макрозообентосе были отмечены олигохеты, поденки, мокрецы, ручейники, пиявки и личинки жуков (рис. 2). Доминировали *Unio pictorum*, *Ephemera lineata*, *Tubifex newaensis* и *Procladius choreus*. Сезонные изменения видового богатства на данном типе грунта преимущественно касались класса Insecta. Было отмечено, что от весны к осени возрастала видовая представленность хирономид, мокрецов, поденок и ручейников. Фаунистическое сходство по сезонам было достаточно низким — 19% между весной и летом, 28% между летом и осенью и 13% между весной и осенью.

На станции с серым илом, отмеченной в зоне медиали, выявлено 17 низших определяемых таксонов. Большой вклад в формирование

таксономической структуры вносили личинки хирономид (6) и олигохеты (3). Другие представители — пиявки, мокрецы, моллюски, стрекозы, поденки, ручейники были представлены единично (рис. 2). В доминантный комплекс на данном типе грунта входили моллюск *Bithynia tentaculata*, олигохета *Tubifex newaensis*, а также хирономиды *Cladotanytarsus* gr. *mancus* и *Rheotanytarsus* sp. Сезонные изменения видового богатства на сером иле, как и на песчанистом, преимущественно касались класса Insecta. От весны к осени отмечено возрастание видовой представленности хирономид, мокрецов, поденок, ручейников, а также стрекоз. Фаунистическое сходство между летом и осенью составило 45%. Между весной и осенью оно было низким — 24%, а между весной и летом вообще отсутствовало.

Корреляция между типом грунта и числом видов макрозообентоса отсутствовала. При рассмотрении одного типа грунта в различные времена года, наблюдались достоверные различия в числе видов на заиленных песках медиали между весной и летом ($U=37.5$, $p=0.04$), а также между весной и осенью ($U=19.00$, $p=0.002$).

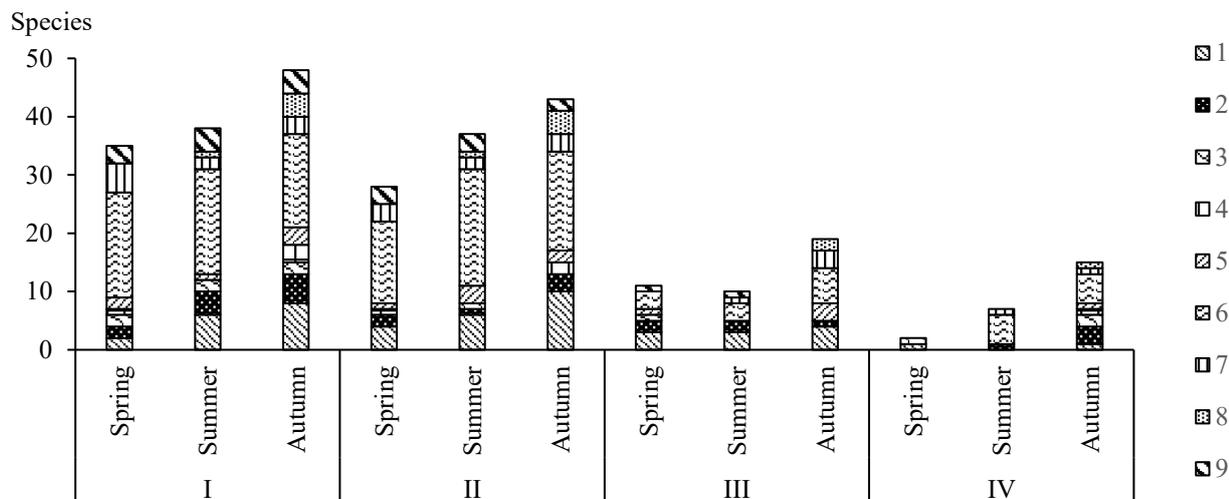


Рис. 2. Сезонная динамика удельного видового богатства на разных типах грунтов. Римскими цифрами обозначены типы грунтов: I — песок с илом и растительными остатками, II — заиленный песок, III — песчаный ил, IV — серый ил. Обозначения групп: 1 — моллюски, 2 — олигохеты, 3 — пиявки, 4 — стрекозы, 5 — поденки, 6 — хирономиды, 7 — мокрецы, 8 — ручейники, 9 — прочие.

Fig. 2. Seasonal dynamics of specific species richness on different types of sediments. Roman numerals indicate sediment types: I — sand with silt and plant debris, II — silty sand, III — sandy silt, IV — grey silt. Name of the groups: 1 — Mollusca, 2 — Oligochaeta, 3 — Hirudinea, 4 — Odonata, 5 — Ephemeroptera, 6 — Chironomidae, 7 — Ceratopogonidae, 8 — Trichoptera, 9 — Varia.

Кроме таксономической структуры, сообщество донных организмов можно охарактеризовать через количественные показатели — численность и биомассу [Методы..., 2024 (Methods..., 2024)].

В нижнем течении р. Устье на песчаных грунтах, отмеченных в зоне рипали на всех

При сравнении доминантных комплексов разных типов грунтов было установлено наибольшее сходство между песками с илом и песчанистым илом (60%), а также между песчанистым и серым илом (50%). Сходство доминантных комплексов остальных типов грунтов составляло менее 50%, однако оставалось значительным (22–44%). Сравнение доминантных комплексов песков с илом и заиленного песка показало снижение сходства от весны к осени (с 67% до 29%).

Таким образом, основной вклад в формирование таксономической структуры всех типов грунтов вносили личинки хирономид и моллюски. Динамика видового богатства была обусловлена увеличением видовой представленности хирономид и моллюсков от весны к осени, а также осенним появлением личинок других амфибиотических насекомых — ручейников, мокрецов и поденок. Для большинства типов грунтов общими доминантными видами являлись *Tubifex newaensis* и *Unio pictorum*. Несмотря на достаточное сходство доминантных комплексов различных грунтов, их сходство уменьшалось в ходе сезонной динамики.

станциях, кроме ст. 5, средняя численность макрозообентоса составляла 1895 ± 371 экз./м², максимальная — зафиксирована в весенний период — 2490 ± 1093 экз./м², а минимальная отмечена осенью — 1291 ± 465 экз./м². Основу численности бентоса формировали личинки хирономид на протяжении всего сезона (1019 ± 336 экз./м²).

Вклад других групп в формирование численности макрозообентоса был значительно меньше: олигохеты $21 \pm 5\%$, моллюски $6 \pm 2\%$. Суммарно доля стрекоз, поденок, мокрецов и ручейников и прочих составляла менее 25%.

Весной и летом значительный вклад в формирование общей численности макробентоса на песчаных грунтах вносили хирономиды *Cladotanytarsus* gr. *mancus* ($15 \pm 9\%$ и $12 \pm 11\%$ соответственно). В июне заметную роль играла *Paralauterborniella nigrochalteralis* ($11 \pm 6\%$). Осенью основным видом, формирующим численность макрозообентоса, стала хирономида *Procladius choreus* ($10 \pm 11\%$). Остальные представители класса Insecta (мокрецы, поденки, стрекозы) вносили небольшой вклад в общую численность, причем некоторые виды (например, поденки) могли вообще отсутствовать. Следует отметить увеличение доли моллюсков от весны к осени (с 1% до 11%). Несмотря на двукратное падение абсолютной численности олигохет к осени (рис. 3), их доля в макрозообентосе менялась незначительно — 21% весной и осенью, 25% летом. Значимый вклад в формирование весенних и летних донных сообществ вносили олигохеты *Tubifex newaensis* ($15 \pm 9\%$ и $14 \pm 6\%$ соответственно).

При сравнении относительной численности по сезонам отмечено высокое сходство между весной и летом — 46%, меньшее между летом и осенью — 32% и наименьшее между весной и осенью — 17%. Динамика численности макрозообентоса и его основных таксономических групп по индексу Краскела–Уоллиса в течение сезона достоверно не различалась.

В среднем биомасса составляла 5.92 ± 1.87 г/м². Наибольшая биомасса “мягкого” бентоса отмечена в весенний период — 11.02 ± 4.48 г/м², а наименьшая летом — 2.36 ± 0.71 г/м². В отличие от численности, основной вклад в биомассу вносили олигохеты (39±9%), за счет крупных представителей олигохет (*Tubifex newaensis*) и различные крупные личинки амфибиотических насекомых (стрекоз, жуков и т.д.). Вклад других групп в формирование численности макрозообентоса был значительно меньше: хирономиды $17 \pm 6\%$, поденки $10 \pm 7\%$, личинки слепней из группы прочие $10 \pm 4\%$. Суммарно доля стрекоз, мокрецов, пиявок, ручейников и прочих составляла менее 25%.

Весной и летом основу биомассы формировали олигохеты ($36 \pm 21\%$ и $57 \pm 14\%$ соответственно) из них большой вклад вносили *Tubifex newaensis* ($34 \pm 21\%$ и 45 ± 16 соответственно). Осенью в макрозообентосе было отмечено появление крупных личинок жуков и слепней,

формирующих треть биомассы донных сообществ ($32 \pm 18\%$).

Сходство относительной биомассы между сезонами высокое — 66% между летом и осенью, меньшее между весной и летом — 63% и между весной и осенью 55%. Динамика биомассы макрозообентоса и его основных таксономических групп в течение сезона достоверно не различалась.

Таким образом, на песчаных грунтах с наилком и растительными остатками в рипали в течение всего сезона основную роль в формировании численности играли хирономиды, тогда как биомасса была сформирована преимущественно олигохетами. Динамика численности макрозообентоса определялась снижением как абсолютных, так и относительных показателей личинок хирономид от весны к осени. Сезонные изменения биомассы макрозообентоса обусловлены колебаниями как абсолютных, так и относительных значений массы олигохет в сообществе, а также осенним появлением крупных личинок амфибиотических насекомых.

На заиленных песках, характерных для большей части станций в медиали нижнего течения р. Устье, средняя численность бентоса составляла 2324 ± 551 экз./м², максимальная, выявленная летом — 3756 ± 1476 экз./м², а минимальная — весной — 898 ± 444 экз./м². Основу численности на протяжении всего сезона формировали хирономиды ($53 \pm 7\%$), несмотря на то что их доля к осени сократилась до 32%. При этом абсолютная численность хирономид к осени увеличилась относительно весны в три, а относительно лета — в два раза. Вклад других групп в формирование численности макрозообентоса был значительно меньше: олигохеты $17 \pm 5\%$, моллюски $10 \pm 3\%$. Суммарно доля стрекоз, поденок, мокрецов и ручейников и прочих составляла менее 20%.

Весной основную часть численности макрозообентоса на данном типе грунта формировали *Cladotanytarsus* gr. *mancus* ($9 \pm 7\%$), *Robackia demeijeri* ($7 \pm 8\%$), летом *Cladotanytarsus* gr. *mancus* ($15 \pm 5\%$), а осенью *Rheotanytarsus* sp. ($10 \pm 4\%$) и *Cricotopus* gr. *algarum*. Виды олигохет, наиболее численно представленные в бентосе это *Tubifex newaensis* весной, летом и осенью ($25 \pm 15\%$, $6 \pm 4\%$ и $7 \pm 3\%$ соответственно), и *Potamothrix hammoniensis* ($12 \pm 7\%$) осенью (рис. 4).

В сезонной динамике отмечено снижение доли хирономид и увеличение процента других насекомых (мокрецов, поденок и ручейников) к осени. Кроме того, в летний период значительно снизилась относительная численность

олигохет, при этом от мая к октябрю наблюдался рост абсолютных показателей. Относительная численность моллюсков изменялась

незначительно, с небольшим увеличением к осени, при этом от мая к октябрю отмечен рост абсолютных показателей.

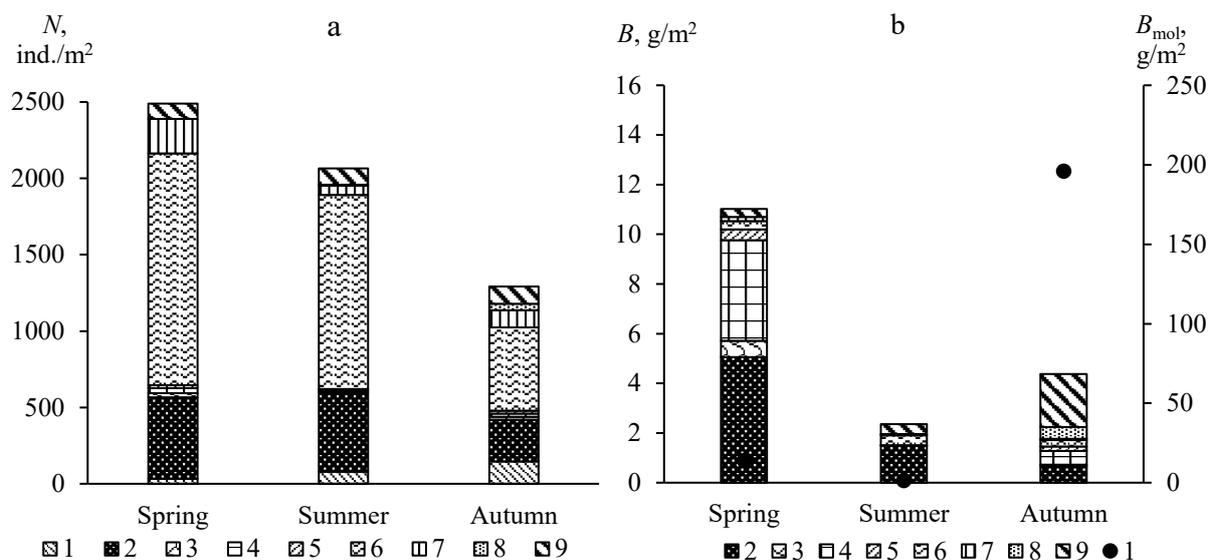


Рис. 3. Сезонная динамика численности (а) и биомассы (б) на песчаных грунтах. Обозначения групп как на рис. 2.

Fig. 3. Seasonal dynamics of density (a) and biomass (b) on sandy soils. Name of the groups as shown in Fig. 2.

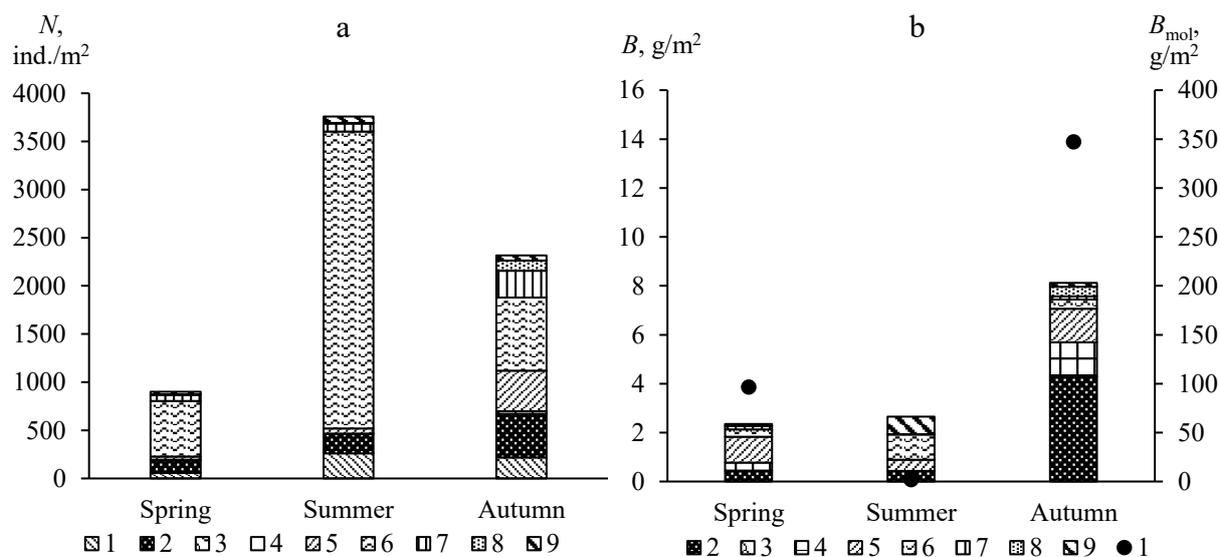


Рис. 4. Сезонная динамика численности (а) и биомассы (б) макрозообентоса на заиленных песках. Обозначения групп как на рис. 2.

Fig. 4. Seasonal dynamics of density (a) and biomass (b) on silty sands. Name of the groups as shown in Fig. 2.

При сравнении относительной численности в сезонной динамике было установлено, что сходство между весной и летом составляло 41%, между летом и осенью — 34%, а между весной и летом 28%. Статистически значимо изменялась численность хирономид ($U=2.00$, $p=0.04$) от весны к лету, численность мокрецов ($U=0.5$, $p=0.02$) и моллюсков ($U=2.00$, $p=0.04$) от лета к осени. Также статистически подтверждается разница численности хирономид

($U=1.00$, $p=0.02$) и мокрецов ($U=2.5$, $p=0.04$) между весной и осенью.

В среднем, биомасса “мягкого” бентоса на заиленном песке составляла 4.53 ± 1.15 г/м², максимальная биомасса зафиксирована в осенний период — 8.12 ± 2.25 г/м², а минимальная в весенний — 2.66 ± 1.03 г/м². Основу биомассы на протяжении всего сезона формировали олигохеты ($33 \pm 9\%$), также большой вклад вносили хирономиды ($23 \pm 7\%$) и поденки ($21 \pm 7\%$). Вклад

других групп (мокрецов, ручейников, личинок жуков и слепней) составлял менее 20% (рис. 4).

Весной значительный вклад в биомассу вносили олигохеты (39±23%), среди которых доминировал *Tubifex newaensis*. Летом существенную долю биомассы обеспечивали хирономиды (42±16%) и личинки поденок (24±14%), осенью основу биомассы формировали олигохеты (45±16%), при этом значительный вклад вносил *Tubifex newaensis* (41±15%).

При сравнении относительной биомассы в сезонной динамике было отмечено низкое сходство: между весной и летом оно составляло 25%, между весной и осенью — 37%, а минимальное сходство (20%) наблюдалось между весной и осенью. Статистические различия были отмечены для биомассы моллюсков между весной и летом ($U=1.00$; $p=0.02$), а также между летом и осенью ($U=1.00$; $p=0.02$).

Таким образом, как и на песчаных грунтах рипали, на заиленных песках в медиали сезонные изменения численности донных беспозвоночных главным образом затрагивали класс Insecta, тогда как биомасса формировалась олигохетами. Динамика численности макрозообентоса определялась увеличением как абсолютной, так и относительной показателей личинок хирономид в летний период и последующим ее снижением к осени. Динамика биомассы была обусловлена ростом абсолютных показателей массы олигохет от весны к осени, несмотря на незначительное снижение их относительного вклада в летний период.

На станции с песчаным илом, расположенной в зоне рипали на ст. 5, средняя численность бентоса составляла 1943±1661 экз./м², максимальная численность отмечена в осенний период — 6295 экз./м², а минимальная в весенний — 431 экз./м². Основу численности на протяжении сезона формировали личинки хирономид (44±13%). Другие группы вносили меньший вклад: моллюски — 16±10%, олигохеты — 15±7%. Суммарно вклад личинок мокрецов, стрекоз, поденок, вислоккрылок и жуков составлял менее 25%.

Весной численность формировали моллюски (31%), хирономиды (23%) и олигохеты (23%), при чем явно доминирующие виды отсутствовали. В летний и осенний периоды значительную долю численности слагали личинки хирономид (52 и 58% соответственно), среди которых большой вклад вносил *Procladius choreus* (41 и 50% соответственно).

При сравнении относительной численности в сезонной динамике отмечено высокое

сходство между летом и осенью — 45%, меньшее между весной и летом — 18% и наименьшее между весной и осенью — 8%.

Средняя биомасса на песчаном иле составляла 8.42±3.40 г/м², максимальная биомасса была зафиксирована в осенний период — 13.95 г/м², а минимальная в летний — 5.17 г/м². Основу биомассы на протяжении всего сезона формировали олигохеты 26±29%, а также значительный вклад вносили пиявки 31±38% и поденки 26±30%. Суммарно вклад хирономид, мокрецов, ручейников и вислоккрылок был менее 15% (рис. 5).

В весенний период основу биомассы формировали пиявки *Erpobdella octoculata*. Летом большой вклад вносили олигохеты (73%), преимущественно представленные *Tubifex newaensis*. В осенний период значительную роль в формировании биомассы играли поденки (84%), среди которых наибольший вклад вносила *Ephemera vulgata* (74%).

При сравнении относительной биомассы в сезонной динамике было отмечено крайне низкое сходство (2–7%).

Таким образом, на песчаных илах в рипали на протяжении всего сезона основную роль в формировании численности играли хирономиды, тогда как биомасса была сформирована пиявками и олигохетами. Динамика численности макрозообентоса определялась увеличением как относительной, так и абсолютной численности хирономид, мокрецов и ручейников, а также снижением относительной численности моллюсков и олигохет, при повышении их абсолютных показателей. Сезонные изменения биомассы определялись доминированием класса Clitellata в весенний и летний периоды и появлением крупных представителей класса Insecta в осенний период.

На станции с серым илом, отмеченной в зоне медиали на ст. 5, средняя численность макрозообентоса равнялась 2542±2304 экз./м², максимальная была отмечена в осенний период — 459 экз./м², а минимальная в весенний — 133 экз./м². Основу численности на протяжении всего сезона формировали личинки хирономид (50±33%), несмотря на то что их вклад в весенний и летний периоды был минимальным. Другие группы вносили меньший вклад в формирование численности макрозообентоса: моллюски 26±30%, олигохеты 6±5%. Общая доля стрекоз, поденок, мокрецов, ручейников и прочих составляла <20% (рис. 6).

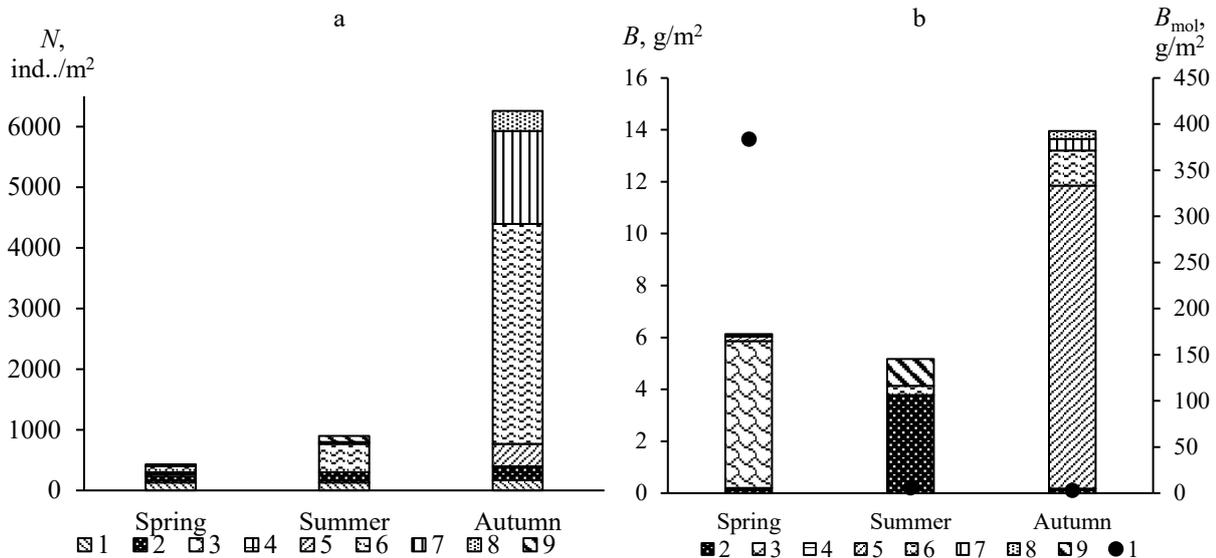


Рис. 5. Сезонная динамика численности (а) и биомассы (б) макрозообентоса на песчаном иле. Обозначения групп как на рис. 2.

Fig. 5. Seasonal dynamics of density (a) and biomass (b) on sandy silt. Name of the groups as shown in Fig. 2.

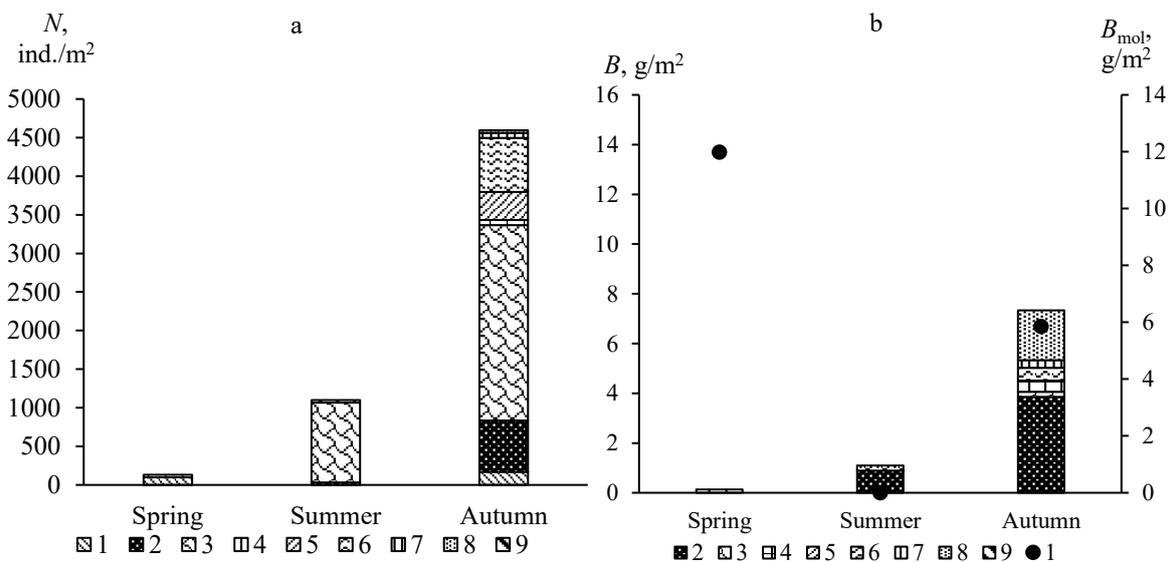


Рис. 6. Сезонная динамика численности (а) и биомассы (б) макрозообентоса на сером иле. Обозначения групп как на рис. 2.

Fig. 6. Seasonal dynamics of density (a) and biomass (b) on grey silt. Name of the groups as shown in Fig. 2.

Весной в формирование макрозообентоса большой вклад вносили моллюски *Bithynia tentaculata* (75%). В летний период значительную роль в формировании численности играли личинки хирономид (94%). Осенью в численность все также значительный вклад вносили хирономиды (55%), однако в сравнении с летним периодом, существенно возросла роль других насекомых (мокрецов и ручейников). Летом и осенью основу численности макрозообентоса на данном типе грунта формировали *Cladotanytarsus* gr. *mancus* (33% и 36%), кроме того, в июле значительный вклад вносил *Rheotanytarsus* sp. (42%).

При сравнении относительной численности в сезонной динамике было отмечено высокое сходство между летом и осенью (52%). Сходство весеннего периода с другими отсутствовало. Статистические различия между сезонами не были выявлены.

На станции с серым илом, отмеченной в зоне медиали, средняя биомасса составляла 2.86 ± 2.77 г/м², максимальная биомасса макрозообентоса зафиксирована в осенний период — 7.34 г/м², а минимальная в весенний — 0.13 г/м². Основу биомассы на протяжении всего периода формирования олигохеты $44 \pm 29\%$. Вклад других групп был значительно

меньше: пиявки $34 \pm 40\%$, хирономиды $9 \pm 7\%$, ручейники $9 \pm 11\%$. Суммарный вклад мокрецов, поденок и стрекоз составлял менее 10%.

Весной основу биомассы макрозообентоса формировали пиявки *Helobdella stagnalis* (100%). В летний и осенний периоды основную часть биомассы составляли олигохеты (53% и 44% соответственно). Среди них в июле наибольший вклад вносили *Tubifex newaensis* (26%) и *Potamothrix hammoniensis* (26%), а в октябре преобладал *T. newaensis* (81%). В формировании биомассы в осенний период также значительную роль играл ручейник *Polycentropus flavomaculatus* (27%).

При сравнении относительной биомассы в сезонной динамике было отмечено невысокое сходство между летним и осенним периодом (29%), при этом между весной и летом, а также между весной и осенью сходство отсутствовало.

Таким образом, основу численности, как и на песчаных илах, формировали личинки хирономид, а биомассу — пиявки и олигохеты. Динамика численности макрозообентоса определялась увеличением как относительной, так и абсолютной численности хирономид. Сезонные изменения биомассы определялись увеличением как относительной, так и абсолютной массы олигохет.

Трофическая структура макрозообентоса представляет собой сложную сеть взаимодействий между различными видами организмов, населяющими дно водоемов, и их пищевыми предпочтениями. Эта структура играет ключевую роль в функционировании водных экосистем, определяя пути переноса энергии и питательных веществ через пищевые цепи [Яковлев, 2005 (Yakovlev, 2005)].

На песчаных грунтах с наилком и растительными остатками, находящихся в зоне рипали, на протяжении всех сезонов доминировали сестоно-фитодетритофаги фильтраторы (рис. 7), представленные хирономидами и моллюсками. В летний и осенний периоды относительная численность этой трофической группы сохранялась на одном уровне, хотя была несколько ниже, чем в весенний период, что связано со снижением абсолютной численности хирономид. Фитодетритофаги, представленные отдельными видами хирономид, ручейников и поденок, в донных сообществах в весенний (6%) и осенний (2%) периоды встречались редко, однако в летний период их значимость возросла благодаря развитию хирономиды *Paralauterborniella nigrochalteralis*. Эврифаги были представлены в основном несколькими представителями хирономид, мокрецами и та-

банидами. Отмечено, что от весны к осени происходило уменьшение роли эврифагов, главным образом за счет сокращения численности мокрецов. Кроме того, от мая к октябрю наблюдался рост хищных личинок хирономид *Ablabesmyia monilis* и *Procladius choreus*. Статистический анализ показал, что на данном типе грунта достоверно различается численность хищников в весенний и летний период ($U=0.00$, $Z=-2.5$, $p=0.01$), а также фитодетритофагов летом и осенью ($U=0.00$, $Z=2.5$, $p=0.01$).

На заиленных песках, расположенных в зоне медиали, трофическая структура в весенний и осенний периоды была схожей, с преобладанием сестоно-фитодетритофагов фильтраторов и эврифагов. Однако весной значительную долю эврифагов составляли хирономиды *Robackia demeijeri* (19%), а осенью — поденки *Ephemera lineata* (11%) и мокрецы *Mallochohelea munda* (6%) и *Probezzia seminigra* (7%). В летний период было отмечено увеличение роли сестоно-фитодетритофагов фильтраторов за счет массового развития личинок из трибы Tanytarsini. Одновременно с этим заметно снизилось значение эврифагов — личинок мокрецов и ручейников и детритофагов, представленных только олигохетами. Статистический анализ показал, что на данном типе грунта достоверно различается численность сестоно-фитодетритофагов фильтраторов и хищников весной и летом ($U=2.00$, $Z=-2.08$, $p=0.04$ и $U=0.00$, $Z=-2.5$, $p=0.01$ соответственно).

Результаты статистического анализа показывают, что на песчаных грунтах с наилком и растительными остатками и заиленных песках существуют значимые различия в трофической структуре макрозообентоса. В летний период пески и заиленные пески различаются по численности хищников ($U=0.00$, $Z=-2.5$, $p=0.01$), а в осенний период — по численности фитодетритофагов ($U=2.00$, $Z=-2.08$, $p=0.04$) и эврифагов ($U=0.00$, $Z=-2.5$, $p=0.01$).

В рипали ст. 5, где был отмечен песчанистый ил, во все сезоны доминировали эврифаги (31% от общей численности бентоса). В летний и осенний периоды отмечено много хищных личинок хирономид *Procladius choreus* (41 и 50% от общей численности). Кроме того, в октябре произошло увеличение абсолютной численности мокрецов, что привело к росту доли эврифагов относительно других трофических групп. Также было отмечено, что от весны к осени в структуре макрозообентоса снижалась доля сестоно-фитодетритофагов фильтраторов (с 39% до 8%) и детритофагов (с 23% до 4%).

В медиали ст. 5, где был отмечен серый ил, зафиксировано доминирование сестоно-фитодетритофагов фильтраторов во все сезоны, с некоторым уменьшением их доли за счет развития эврифагов, представленных мокрецами *Culicoides* sp. и хирономидами *Demicryptochironomus* gr. *vulneratus* и *Cryptochironomus* gr. *defectus* (летом) и детритофагов — *Potamothrix hammoniensis*, *Spirosperma ferox* и *Tubifex newaensis* (осенью). Важно отметить, что во все периоды домини-

ровали сестоно-фитодетритофаги фильтраторы, которые в весенний периоды были представлены исключительно брюхоногими моллюсками *Bithynia tentaculata*, тогда как в летний и осенний периоды значительное влияние приобрели личинки хирономид.

Таким образом, основной вклад в формирование трофической структуры макрозообентоса нижнего течения р. Устье вносили сестоно-фитодетритофаги фильтраторы в большей степени представленные хирономидами.

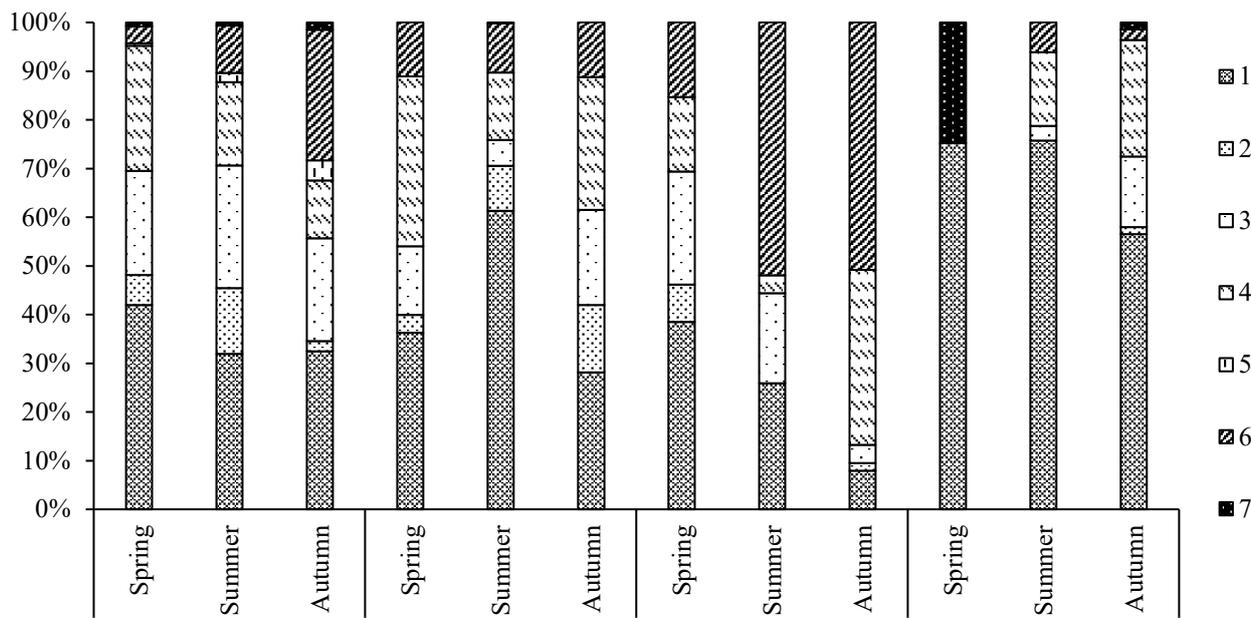


Рис. 7. Относительная численность трофических групп макробентоса на различных грунтах в нижнем течении р. Устье. Римскими цифрами обозначены типы грунтов: I — песок с илом и растительными остатками, II — заиленный песок, III — песчаный ил, IV — серый ил. Обозначения групп: 1 — сестоно-фитодетритофаги фильтраторы, 2 — фитодетритофаги, 3 — детритофаги, 4 — эврифаги, 5 — фитофаги, 6 — хищники, 7 — паразиты.

Fig. 7. The relative density of macrobenthos trophic groups on various soils in the lower reaches of the Ustye River. Roman numerals indicate sediment types: I — sand with silt and plant debris, II — silty sand, III — sandy silt, IV — grey silt. Name of the groups: 1 — sestono-phytodetritophages filterers, 2 — phytodetritophages, 3 — detritophages, 4 — euryphages, 5 — phytophages, 6 — predators, 7 — parasites.

Зообентос представляет собой сообщество организмов, встречающееся практически в любом водном объекте. Высокая распространенность, многочисленность и длительный жизненный цикл представителей макрозообентоса позволяют использовать их в качестве индикаторов загрязнения водной среды [Зуева, 2019 (Zueva, 2019)]. Существует большое количество методов биоиндикации, но мы выбрали лишь некоторые из них: индексы Вудивисса и Гуднайта-Уитли, используемые в системе Росгидромета [ГОСТ 17.1.3.07–82], а также индекс Пантле-Букк в модификации Дзюбан и Кузнецовой, который позволяет учитывать не только качественные, но и количественные показатели макрозообентоса [Семерной, 2005 (Semerny, 2005)].

На исследуемом участке реки нижнего течения р. Устье было выявлено 46 видов-индикаторов сапробности. Основу таксономического богатства составляли индикаторы β -мезосапробной зоны (36 видов), а также присутствовало 7 видов α -мезосапробной зоны, 2 вида полисапробной зоны и 1 вид олигосапробной зоны. При оценке сапробности нижнего течения р. Устье было установлено, что в сезонной динамике все исследуемые станции рипали и медиали принадлежали к β -мезосапробной зоне.

В зоне рипали нижнего течения р. Устье индекс Гуднайта-Уитли во все сезоны составлял от 16 до 20%, что соответствовало очень чистым водам. Исходя из этого рипаль нижнего течения р. Устье может быть отнесена в олигосапробной

зоне. При оценке загрязнения в медиали по олигохетному индексу установлено, что исследуемый участок реки в весенний период имел слабое загрязнение и на основании этого относился к олиго- β -мезосапробной зоне. В летний и осенний периоды показатели индекса указывали на отсутствие загрязнения и принадлежность медиали нижнего течения р. Устье к олигосапробной зоне. При использовании индекса Гуднайта–Уитли, воды нижнего течения р. Устье соответствовали I классу качества.

При оценке зоны рипали по индексу Вудивисса установлено, что весной и осенью воды нижнего течения р. Устье имели умеренное за-

грязнение, а летом — носило более выраженный характер (IV класс качества вод). В медиали значения индекса указывали на V класс качества вод, со снижением уровня загрязнения к лету (III класс качества вод) и осени (II класс качества вод). По индексу Вудивисса нижнее течение во все сезоны и во всех зонах (исключая медиаль осенью) имело загрязнение различной степени.

Таким образом, с мая по октябрь в нижнем течении р. Устье происходило снижение уровня загрязнения и повышение класса качества вод с III до II, что вероятно связано с высоким потенциалом самоочищения.

ОБСУЖДЕНИЕ

Видовое богатство макрозообентоса, выявленное в ходе исследования оказалось достаточно высоким — 105 низших определяемых таксонов. Основу видового богатства формировали три ключевые группы: хирономиды (37 НОТ), моллюски (15 НОТ) и олигохеты (9 НОТ), что согласуется с общими характеристиками макрозообентоса малых рек Ярославской области [Щербина, Перова, 2005 (Shcherbina, Perova, 2005)]. Значительное сходство (60%) между рипалью и медиалью, обусловлено низкими скоростями течения в нижней части р. Устья, вероятно обеспечивающими формирование относительно однородных и стабильных грунтов [Барышев, 2023 (Baryshev, 2023)]. Примечательно, что рипаль характеризовалась большим видовым богатством личинок амфибиотических насекомых и моллюсков, поскольку в данной зоне благоприятнее условия для развития реобионтов — наличие убежищ и оптимальные трофические условия [Дедю, 1989 (Dedyu, 1989)]. При сравнении с данными по другим малым рекам, таким как Пахма, Которосль, Кисьма и Ильд, отмечено, что основу формировали хирономиды, олигохеты и моллюски [Щербина, Перова, 2005 (Shcherbina, Perova, 2005)]. Характерное преобладание личинок двукрылых насекомых зафиксировано и в малых реках близлежащей области, например, в Вологодской (р. Лоста, р. Комья). При этом некоторые реки (например, р. Лухта, р. Черый Шингарь и р. Белый Шингарь) демонстрировали большую видовую представленность ручейников и поденок [Ивичева, 2016 (Ivicheva, 2016)], причем аналогичная картина обнаруживается и в р. Сутка Ярославской области [Щербина, Перова, 2005 (Shcherbina, Perova, 2005)]. При сопоставлении с материалами по малым рекам Самарской области были отмечены сходные моменты с исследуемым нами водотоком, например, преоб-

ладание моллюсков и олигохет в донных сообществах, однако в данном регионе фиксируется значительное развитие других личинок насекомых, таких как ручейники, жуки, поденки и веснянки [Головатюк, 2003 (Golovatyuk, 2003)].

Сезонная динамика видового богатства проявлялась на всех типах грунтов, показывая тенденцию увеличения от весны к осени. Вероятно, эта закономерность связана с циклами развития амфибиотических насекомых: весной происходит массовый вылет взрослых особей, а осенью появляются новые поколения личинок, подобная тенденция была отмечена и для малых рек Восточной Фенноскандии [Барышев, 2023 (Baryshev, 2023)].

При анализе доминантных комплексов выделились два вида, присутствующие на всех типах грунтов: *Unio pictorum* и *Tubifex newaensis*. Последний выступал доминантом во все сезоны, что отражает его адаптивность к условиям большинства равнинных рек Европы, включая предпочтение песчано-заиленных грунтов [Поддубная, 1963 (Poddubnaya, 1963); Каменев, 1982, 1993 (Kamenyev, 1982, 1993); Паньков, 2003 (Pankov, 2003)], широко представленных в нижнем течении р. Устье. Важно отметить, что с увеличением заиленности грунтов (от песка с наилком в рипали до серого ила в медиали) в доминантные комплексы включалось все больше видов моллюсков и олигохет. Несмотря на сезонные изменения видовой представленности доминантных комплексов на всех грунтах сохранялась полидоминантная структура, указывающая на благоприятные экологические условия [Кочурова, 2020 (Kocharova, 2020)]. При сравнении с данными других исследователей было отмечено, что в части рек Ярославской (р. Пахма, р. Сутка), Вологодской и Самарской областей среди доминантов выступает *Limnodrilus hoffmesteyri* [Головатюк, 2003 (Golovatyuk, 2003)]; [Щербина,

Перова, 2005 (Shcherbina, Perova, 2005)]; [Ивичева, 2016 (Ivicheva, 2016)], однако есть схожесть с реками Пермского края (р. Сылва, р. Яйва), а также частью рек Ярославской области (р. Которосль, р. Кисьма), где в доминантные комплексы также входил *Tubifex newaensis* [Паньков, 2004 (Pankov, 2004)]; Щербина, Перова, 2005 (Shcherbina, Perova, 2005); Поздеев, 2017 (Pozdeyev, 2017)].

Сезонная динамика обилия (численность и биомасса) макробеспозвоночных показала значительные различия только в зоне медиали на заиленном песке. В частности, численность макрозообентоса весной существенно отличалась от летних ($U=4.00$, $Z=-2.16$, $p=0.03$) и осенних значений ($U=4.00$, $Z=-2.16$, $p=0.03$). Эти различия вероятнее всего обусловлены воздействием сильного весеннего половодья, в ходе которого часть макробеспозвоночных смывается вниз по течению, а другая часть не успевает выйти из рефугиумов в исходное местообитание. Подобные весенние “провалы” наблюдаются и в других малых реках России с выраженным паводковым режимом, таких как Шуя, Лососинка и Сылва [Паньков, 2004 (Pankov, 2004); Барышев, 2019 (Baryshev, 2019)]. Сезонная динамика общей численности и биомассы и средние значения количественных показателей макрозообентоса как на различных типах грунтов, так и в рипали достоверно не различались. Показатели макрозообентоса на прочих типах грунтов, в том числе и в рипали достоверно не различались.

Кроме того, численность личинок хирономид весной и летом в медиали имела достоверные различия ($U=3.00$, $Z=-2.32$, $p=0.02$), что вероятно вызвано отсутствием массового вылета имагинальных форм и появлением личинок новых генераций [Бабушкин, 2015 (Babushkin, 2015); Шайхутдинова, 2019 (Shaikhutdinova, 2019)]. Осенью по сравнению с весной и летом достоверно увеличилась численность мокрецов ($U=2.00$, $Z=-2.48$, $p=0.01$) и ручейников ($U=4.00$, $Z=-2.16$, $p=0.03$), аналогичные тенденции были отмечены и между летними и осенними показателями ($U=2.50$, $Z=-2.40$, $p=0.02$ и $U=4.00$, $Z=-2.16$, $p=0.03$). Причина этих колебаний скорее всего заключается в появлении молодых особей, успевших развиваться из летних кладок [Мартынов, 1934 (Martynov, 1934); Спрыгин, 2015 (Sprygin, 2015)].

Биомасса “мягкого” бентоса медиали также подверглась изменениям, отмечен ее рост от весны к осени: между весной и осенью ($U=5.00$, $Z=-2.10$, $p=0.04$) и летом и осенью ($U=2.00$, $Z=-2.48$, $p=0.01$) зарегистрированы статистически значимые различия. Вероятно,

это связано с прекращением вылета имагинальных форм беспозвоночных, сокращением питания рыб и соответственно возможностью набрать биомассу [Барышев, 2023 (Baryshev, 2023)]. Пик биомассы, приходящийся на осень, встречается и в других регионах, например, в Татарстане (р. Меша), на Урале и в Пермском крае [Барышев, 2023 (Baryshev, 2023)], однако существуют исключения, такие как р. Сылва, где максимальный показатель достигается зимой [Паньков, 2004 (Pankov, 2004)].

Олигохеты в медиали также продемонстрировали статистически достоверные различия в биомассе между весной и осенью ($U=1.00$, $Z=2.64$, $p=0.008$), вызванные ростом численности крупных *Tubifex newaensis*, чья активность размножения начинается в июне и достигает пика к октябрю (88% вклада в общую биомассу) [Архипова, 2016 (Arkhipova, 2016)]. Биомасса мокрецов и ручейников имела различия между летом и осенью ($U=2.5$, $Z=-2.40$, $p=0.01$), что обусловлено развитием новых поколений к осени, успевших увеличить массу тела перед зимовкой. Моллюски показали четкую динамику между весной–летом ($U=2.00$, $Z=-2.48$, $p=0.01$) и летом–осенью ($U=2.00$, $Z=-2.48$, $p=0.01$), отражающую падение биомассы в летние месяцы, связанное с отсутствием крупных видов сем. Unionidae, вероятно вызванное неблагоприятными температурами для развития представителей данного семейства ($r=-0.38$).

При сравнении трофической структуры разных грунтов отмечено, что на песках с наилком и растительными остатками, а также на песчанистых илах наблюдалось осеннее снижение доли сестоно–фитодетритофагов–фильтраторов (в основном представленных личинками хирономид, некоторыми моллюсками), что вероятнее всего связано с увеличением давления со стороны рыб–бентофагов, которое может возрастать в малых реках с мая по октябрь [Паньков, 2004 (Pankov, 2004)]. На заиленных песках также было отмечено осеннее снижение доли сестоно–фитодетритофагов–фильтраторов, но в отличие от других грунтов, здесь летом наблюдался подъем относительной численности этой группы. Осенью на заиленных песках, а также на серых илах отмечено увеличение доли детритофагов, представленных исключительно олигохетами и эврифагами, представленных мокрецами. При этом на серых илах от весны к осени произошло увеличение абсолютной численности сестоно–фитодетритофагов–фильтраторов. Вероятнее всего, это связано с тем, что серые илы — это грунты с высоким содержанием легкоусвояемой органики [Константинов, 1986 (Konstantinov, 1986)],

где имелось достаточное количество доступного корма, и между макробеспозвоночными не возникало конкуренции.

При оценке качества воды по методике Росгидромета было установлено, что с мая по октябрь в нижнем течении р. Устье происходило снижение уровня загрязнения и повышение класса качества вод с III до II.

Проведение сравнительного анализа таксономической структуры макрозообентоса с предыдущими исследованиями [Крылов и др., 2003 (Krylov et al., 2003)] оказалось затруднительным вследствие отсутствия видовых списков. В связи с этим корректная оценка возможна лишь на основании сопоставления количественных показателей и результатов сапробиологического мониторинга водных экосистем. Анализируя динамику численности популяций макрозообентоса, установлено, что летний показатель 2023 г. (2611 ± 637 экз./м²) незначительно отличается от уровня 2000 г. (2853 ± 1725 экз./м²). Напротив, в осенний период наблюдается существенное увеличение количества донных организмов (2411 ± 504 экз./м² против 663 ± 139 экз./м²

в 2000 г.), обусловленное интенсивным развитием моллюсков и личинок хирономид. Оценивая изменения биомассы “мягкого” макрозообентоса, выявлено, что летние значения снизились относительно уровня 2000 г. (3.18 ± 0.64 г/м² против 5.17 ± 8.22 г/м² соответственно). Однако осенью зафиксирован рост показателя биомассы (7.06 ± 2.07 г/м² в 2023 г. против 4.29 ± 1.04 г/м² в 2000 г.).

Класс качества водной среды улучшился в сравнении с 2000 г. По сравнению с показателями 2000 г. произошло значительное уменьшение значений средней сапробности (в 1.3 раза летом и в 1.2 раза осенью) и тубифицидного индекса (соответственно в 2.5 и 2 раза). Мы связываем улучшение качества воды с закрытием завода древесноволокнистых плит в р.п. Семибратово [Интернет портал], ликвидацией совхоза в д. Марково [Интернет-портал], а также с высоким потенциалом самоочищения водоема [Безматерных, 2007 (Bezmaternykh, 2007)].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Фауна донных сообществ нижнего течения р. Устье включала 105 низших определяемых таксонов (НОТ) из трех типов, четырех классов и 34 семейств. Основную долю составили представители типа Arthropoda (77%). Наиболее распространенными среди двукрылых были комары-звонцы сем. Chironomidae (82%). В зоне рипали обнаружено 85 НОТ, в медиали — 83 НОТ. Видовое богатство хирономид выше в медиали (34), чем в рипали (27), при этом 24 НОТ были общими (65%). Однако в рипали представлено больше видов других личинок амфибиотических насекомых и моллюсков.

Число видов макрозообентоса увеличивалось от весны к осени за счет изменений среди личинок хирономид и моллюсков, составляющих основу видового богатства на всех типах грунтов. Увеличению числа видов макрозообентоса осенью способствовало массовое появление личинок ручейников, мокрецов и поденок. Общими доминантами для большинства грунтов были олигохета *Tubifex newaensis* и двустворчатый моллюск *Unio pictorum*.

На всех типах грунтов нижнего течения р. Устье основную роль в формировании чис-

ленности макрозообентоса играли хирономиды. На песчаных грунтах в рипали и медиали основу биомассы формировали олигохеты, а на песчаных и серых илах — пиявки и олигохеты. Поэтому сезонная динамика численности на всех типах грунтов была главным образом обусловлена биологическими особенностями хирономид, а также других представителей амфибиотических насекомых (стрекоз, ручейников). Сезонные изменения биомассы в основном определялись увеличением как относительной, так и абсолютной массы олигохет. Также значительное влияние на биомассу оказывали представители мегабентоса, в данном случае моллюски сем. Unionidae, чья максимальная биомасса была отмечена осенью.

При оценке качества воды по показателям макрозообентоса показано, что с мая по октябрь в нижнем течении р. Устье происходило снижение уровня загрязнения и повышение класса качества воды с III до II, что вероятно связано с высоким потенциалом самоочищения водоема.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы приносят глубокую признательность А.А. Зубишиной преподавателю ЯрГУ им. П.Г. Демидова за оказанную помощь в сборе гидробиологического материала в 2021 г., а также организацию знакомства со специалистом по макрозообентосу — Е.Г. Пряничниковой; А.П. Балашову и П.Б. Белову, оказавшим неоценимую помощь в сборе количественных проб в 2022 г.; С.М. Ждановой за компетентную помощь и терпеливое разъяснение принципов работы со статистическим анализом данных,

а также другим сотрудникам ИБВВ РАН за моральную поддержку, способствующую успешному выполнению исследования.

ФИНАНСИРОВАНИЕ

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации “Разнообразие, биология и экология водных и околоводных беспозвоночных континентальных вод” (№124032500016-4).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Автоматизированная информационная система государственного мониторинга водоемов (АИС ГМВО). URL: <https://gmvo.skniivh.ru>. (дата обращения: 16.04.2022)
- Архипова Н.Р. Структурная организация сообщества олигохет (Annelida: Oligochaeta) на продуктивных серых илах Рыбинского водохранилища // Труды Института биологии внутренних вод РАН. 2016. № 74(77). С 100–112.
- Барышев И.А. Макрозообентос рек восточной Фенноскандии: монография. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2023. 334 с.
- Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор. Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2007. 87 с.
- Борисоглебский муниципальный район Ярославской области. Схема территориального планирования. Пермь. 2011. 123 с.
- Головатюк Л.В. Макрозообентос равнинных рек бассейна Нижней Волги в условиях широтно-зонального градиента факторов среды: таксономическая структура и пространственное распределение. Дисс. ... докт. биол. наук. Барнаул. 2003. 291 с.
- ГОСТ 17.1.3.07–82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков. Москва, 1982. 10 с.
- Дедю И.И. Экологический энциклопедический словарь. Кишинев: Гл. ред. молдавской советской энциклопедии, 1989. 406 с.
- Зуева Н.В., Алексеев Д.К. и др. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах. Санкт-Петербург: РГГМУ, 2019. 140 с.
- Ивичева К.Н. Зообентос малых рек-притоков Верхней Сухоны // Вода: химия и экология. 2016. № 8. С. 53–59.
- Интернет-портал архивной службы Ярославской области. Фонд № 47. Крайние даты документов: 1947–1996 гг. URL: <https://alertino.com/ru/277359> (дата обращения: 08.05.2025)
- Интернет-портал архивной службы Ярославской области. Фонд № Р-1435. Крайние даты документов: 1978–1992 гг. URL: <https://alertino.com/ru/286053> (дата обращения: 08.05.2025)
- Константинов А.С. Общая гидробиология: учеб. для студентов биол. специальностей вузов. Москва: Высшая школа, 1986. 472 с.
- Кочурова Т.И. Зообентос малой реки в условиях сброса хозяйственно-бытовых сточных вод // Экология родного края: проблемы и пути их решения. Материалы XV Всероссийск. конф. Киров: Вятский государственный университет, 2020. С. 178–182.
- Крылов А.В. и др. Экологическое состояние малых рек Верхнего Поволжья. М.: Наука, 2003. С. 332–342.
- Кузьмина Я.С., Шилова А.И., Зеленцов Н.И. Фауна хирономид (Diptera, Chironomidae) рек Тиманского края // Энтомологическое обозрение. 2003. Т. 82, № 3. С. 590–597.
- Ловкова Т.А., Пряничникова Е.Г. Особенности состава, обилия и трофической структуры летнего макрозообентоса Рыбинского водохранилища // Биология внутренних вод. 2024. Т. 17, № 5. С. 732–748. DOI: 10.31857/S0320965224050051.
- Макарченко Е.А. и др. Фауна хирономид (Diptera, Chironomidae) бассейна озера Ханка (Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2001. № 1. С. 152–173.
- Мартынов А.В. Ручейники Trichoptera Annulipalpia. Казань: Типография Казанского Университета. 1934. Т. 1. 343 с.
- Методы гидробиологических исследований внутренних вод / А.В. Крылов и др. Ярославль: Филигрань, 2024. 592 с.
- Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. Москва. 1998. 318 с.
- Мордухай-Болтовской Ф.Д. Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. 240 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос) / под ред. Л.А. Кутикова, Я.И. Старобогатов. Ленинград: Гидрометеиздат, 1977. 512 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: Т. 4. Высшие беспозвоночные. Двукрылые насекомые / под ред. С.Я. Цалолыхина. Санкт-Петербург: Наука, 2001а. 836 с.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий: Т. 5. Высшие насекомые / под ред. С.Я. Цалолыхина. Санкт-Петербург: Наука, 2001б. 825 с.
- Палатов Д.М., Новичкова А.А., Быков А.Д. Результаты гидробиологических исследований в среднем течении р. Оки // Труды Окского государственного природного биосферного заповедника. 2019. Вып. 38. С. 267–292.
- Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейств Podonominae и Tanypodinae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Ленинград: Наука, 1977. 154 с.
- Панкратова В.Я. Личинки и куколки комаров подсемейства Chironominae фауны СССР (Diptera, Chironomidae = Tendipedidae). Ленинград: Наука, 1983. 295 с.
- Паньков Н.Н. Структурные и функциональные характеристики зообентоценозов р. Сылвы (бассейн Камы). Пермь: ПГУ, 2004. 162 с.

- Поддубная Т.Л. Жизненный цикл и темп роста невского лимнодрила // Труды Инст. Биол. Водохр. АН СССР. 1963. Вып. 4(7). С. 219–231.
- Поздеев И.В. Структура псаммореофильных донных сообществ нижнего течения р. Яйвы // Вестник Пермского университета. Серия: Биология. 2017. № 3. С. 355–366.
- Пряжинская В.Г., Ярошевский Д.М., Левит-Гуревич Л.К. Компьютерное моделирование в управлении водными ресурсами. М.: ФизМатЛит, 2002. 456 с.
- Пряничникова Е.Г., Жгарева Н.Н. Фауна макробеспозвоночных озера Неро // Труды Института биологии внутренних вод РАН. 2020. Вып. 91(94). С. 87–99. DOI: 10.47021/0320-3557-2020-73-86.
- Рохмистров В.Л. Малые реки Ярославского Поволжья. Ярославль: Издание ВВО РЭА, 2004. 54 с.
- Салтанова Н.В., Филенко Р. А. Влияние донного грунта на формирование сообществ макрозообентоса (на примере р. Кадалинки, восточное Забайкалье) // Вестник КрасГАУ. 2011. № 1. С. 34–39.
- Семерной В.П. Санитарная гидробиология: учеб. пособие по гидробиологии. Ярославль: Яросл. гос. ун-т, 2005. 203 с.
- Спрыгин А.В. и др. Мокрецы рода *Culicoides* (Diptera: Ceratopogonidae) и их роль в распространении блотанга и болезни Шмалленберга в России // Сельскохозяйственная биология. 2015. № 2. С. 183–197.
- Чекановская О.В. Водные малощетинковые черви фауны СССР. Москва–Ленинград: АН СССР, 1962. 411 с.
- Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод центра Европейской России. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 150 с.
- Чертопруд М.В., Чертопруд Е.С., Палатов Д.М. Краткий определитель беспозвоночных пресных вод Восточной Европы и Кавказа. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2025. 469 с.
- Щербина Г.Х., Перова С.Н. Структура макрозообентоса некоторых малых рек Ярославской области // Биологические ресурсы пресных вод: беспозвоночные. 2005. С. 397–412.
- Щербина Г.Х. Годовая динамика макрозообентоса открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища // Зооценозы водоемов бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. СПб: Гидрометеоиздат, 1993. С. 108–144.
- Яковлев В.А. Пресноводный зообентос северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: Изд-во Кольск. науч. центра РАН, 2005. 145 с.
- Envall I., Källersjö M., Erséus C. Molecular evidence for the non-monophyletic status of Naidinae (Annelida, Clitellata, Tubificidae) // Mol. Phylogenet. Evol. 2006. Vol. 40(2). P. 570–584.
- Orel O.V. To systematics of the genus *Saetheria* Jackson (Diptera, Chironomidae) from the Russian Far East // Zootaxa. 2014. T. 3802, № 1. P. 65–74.
- Timm T. A Guide to Freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe // Lauterbornia. 2009. Vol. 66. 1–235 p.
- Wiederholm T. Chironomidae of Holarctic Region: Keys and Diagnoses. Pt. 1: Larvae // Entomol. Scand. Suppl. 1983. № 19. 457 p.

REFERENCES

- Arkhipova N.R. Strukturnaya organizaciya soobshchestva oligohet (Annelida: Oligochaeta) na produktivnyh seryh ilah Rybinskogo vodohranilishcha [Structural organization of the oligochaeta community (Annelida: Oligochaeta) in productive gray silts of the Rybinsk reservoir]. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2016, iss. 74(77), pp. 100–112. (In Russian)
- Avtomatizirovannaya informacionnaya sistema gosudarstvennogo monitoringa vodoyomov (AIS GMVO) [Automated Information System for State Monitoring of Water Bodies (AIS GMVO)]. URL: <https://gmvo.skniivh.ru>. (date of access: 16.04.2022)
- Baryshev I.A. Makrozoobentos rek vostochnoj Fennoskandii [Macrozoobenthos of the rivers of eastern Fennoscandia. Petrozavodsk, KarSC RAS, 2023. 334 p. (In Russian)
- Bezmaternykh D.M. Zoobentos kak indikator ekologicheskogo sostoyaniya vodnykh ekosistem Zapadnoy Sibiri: analiza. obzor [Zoobenthos as an indicator of the ecological state of aquatic ecosystems in Western Siberia: an analytical review]. Novosibirsk, Gos. publich. nauch.-tekhnich. biblioteka SO RAN, 2007, no. 85. 87 p. (In Russian)
- Borisoglebskij municipal'nyj rajon Yaroslavskoj oblasti. Skhema territorial'nogo planirovaniya [Borisoglebsky municipal district of the Yaroslavl region. Territorial planning scheme]. Perm, 2011. 123 p. (In Russian)
- Chekanovskaya O.V. Vodnye maloshchetinkovye chervi fauny SSSR [Aquatic small-scale worms of the fauna of the USSR]. Moscow-Leningrad, Academy of Sciences of the USSR, 1962. 411 p. (In Russian)
- Dedyu I.I. Ekologicheskij enciklopedicheskij slovar' [Ecological encyclopedic dictionary]. Chisinau, Chief Editor of the Moldavian Soviet Encyclopedia, 1989. 406 p. (In Russian)
- Envall I., Källersjö M., Erséus C. Molecular evidence for the non-monophyletic status of Naidinae (Annelida, Clitellata, Tubificidae). *Mol. Phylogenet. Evol.*, 2006, no. 40(2), pp. 570–584.
- Golovatyuk L.V. Makrozoobentos ravninnyh rek bassejna Nizhnej Volgi v usloviyah shirotno-zonal'nogo gradienta faktorov sredy: taksonomicheskaya struktura i prostranstvennoe raspredelenie [Macrozoobenthos of the lowland rivers of the Lower Volga basin under the conditions of the latitude-zonal gradient of environmental factors: Taxonomic structure and spatial distribution. *Dr. Biol. Sci. Diss.* Barnaul, 2003. 291 p. (In Russian)

- GOST 17.1.3.07–82. Ohrana prirody. Gidrosfera. Pravila kontrolya kachestva vody vodoyomov i vodotokov [Nature conservation. The hydrosphere. Rules for water quality control in reservoirs and watercourses]. Moscow, 1982. 10 p. (In Russian)
- Internet-portal arhivnoj sluzhby Yaroslavskoj oblasti. Fond № 1435. Krajnie daty dokumentov: 1978–1992 gg. [Internet portal of the archival service of the Yaroslavl region. Foundation No. R-1435. The deadline for documents: 1978–1992] URL: <https://alertino.com/ru/286053> (date of access: 05/08/2025)
- Internet-portal arhivnoj sluzhby Yaroslavskoj oblasti. Fond № 47. Krajnie daty dokumentov: 1947–1996 gg. [Internet portal of the archival service of the Yaroslavl region. Foundation No. 47. The deadline for documents is 1947–1996]. URL: <https://alertino.com/ru/277359> (date of access: 05/08/2025)
- Ivicheva K.N. Zoobentos malyh rek-pritokov Verhnej Suhony [Zoobenthos of small tributary rivers of the Upper Sukhona]. *Water: chemistry and ecology*, 2016, no. 8, pp. 53–59. (In Russian)
- Kochurova T.I. Zoobentos maloj reki v usloviyah sbrosa hozyajstvenno-bytovyh stochnyh vod [Zoobenthos of a small river in conditions of discharge of domestic wastewater]. Ecology of the native land: problems and ways to solve them. *Materials of the XV All-Russian. conf.* Kirov, Vyatka State University, 2020, pp. 178–182. (In Russian)
- Konstantinov A.S. Obshchaya gidrobiologiya : ucheb. dlya studentov biol. special'nostej vuzov. [General hydrobiology: textbook. for students of biology. university specialties]. 4th ed., revised and add. Moscow: Higher School, 1986. 472 p.
- Krylov A.V. et al. Ekologicheskoe sostoyanie malyh rek Verhnego Povolzh'ya [Ecological status of small rivers of the Upper Volga region]. Moscow, Nauka, 2003, pp. 332–342. (In Russian)
- Kuzmina Ya. S., Shilova A. I., Zelentsov N. I. Fauna hironomid (Diptera, Chironomidae) rek Timanskogo kryazha [Fauna of chironomids (Diptera, Chironomidae) rivers of the Timan Ridge]. *Entomological review*, 2003, vol. 82, no. 3, pp. 590–597. (In Russian)
- Lovkova T.A., Pryanichnikova E.G. The specificity of the composition, abundance and trophic structure of the summer macrozoobenthos of the Rybinsk reservoir in the modern period. *Inland Water Biology*, 2024, vol. 17, no. 5, pp. 732–748. doi: 10.31857/S0320965224050051.
- Makarchenko E.A. and others. Fauna hironomid (Diptera, Chironomidae) bassejna ozera Hanka (Primorskij kraj) [Fauna of the chironomids (Diptera, Chironomidae) of the Lake Khanka basin (Primorsky Krai)]. *Readings in memory of Vladimir Yakovlevich Levanidov*, 2001, no. 1, pp. 152–173. (In Russian)
- Martynov A.V. Ruchejniki Trichoptera Annulipalpia. [The brook birds Trichoptera Annulipalpia]. Kazan, Printing House of Kazan University, 1934, vol. 1. 343 p. (In Russian)
- Metody gidrobiologicheskikh issledovanij vnutrennih vod [Methods of hydrobiological studies of inland waters]. Yaroslavl, Filigran, 2024. 592 p. (In Russian)
- Monakov A.V. Pitanie presnovodnyh bespozvonochnyh [Nutrition of freshwater invertebrates]. Moscow, 1998. 318 p. (In Russian)
- Mordukhai-Boltovsky F.D. Metodika izucheniya biogeotsenozov vnutrennikh vodoyemov [The method of biogeocenose studying of inland waterbodies]. Moscow, Nauka, 1975, 254 p. (In Russian)
- Opredelitel' of freshwater invertebrates of the European part of the USSR (plankton and benthos) / edited by L.A. Kutikov, Ya.I. Starobogatov. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1977. 512 p. (In Russian)
- Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 4. Higher invertebrates. Diptera insects [Identifier of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories Vol. 4. Higher invertebrates. Diptera insects]. SPb., Nauka, 2001a. 836 p. (In Russian)
- Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorij. T. 5. Higher insects [Identifier of freshwater invertebrates of Russia and neighbouring territories Vol. 5. Higher insects]. SPb., Nauka, 2001b. 856 p. (In Russian)
- Orel O.V. To systematics of the genus *Saetheria* Jackson (Diptera, Chironomidae) from the Russian Far East. *Zootaxa*, 2014, vol. 3802, no. 1, pp. 065–074.
- Palatov D.M., Novichkova A.A., Bykov A.D. Rezul'taty gidrobiologicheskikh issledovanij v srednem techenii r. Oki [The results of hydrobiological studies in the middle flow Okie]. *Proceedings of the Oka State Natural Biosphere Reserve*, 2019, iss. 38, pp. 267–292. (In Russian)
- Pankov N.N. Strukturnye i funkcional'nye harakteristiki zoobentocenozov r. Sylvy (bassejn Kamy) [Structural and functional characteristics of zoobenthocenoses of the Sylva River (Kama basin)]. Perm, PSU, 2004. 162 p. (In Russian)
- Pankratova V.Ya. Lichinki i kukolki komarov podsemeystv Podonominae i Tanypodinae fauny SSSR (Diptera, Chironomidae: Tendipedidae) [Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamilies Podonominae and Tanypodinae of the USSR fauna (Diptera, Chironomidae: Tendipedidae)]. L., Nauka, 1977, vol. 112. 154 p. (In Russian)
- Pankratova V.Ya. Lichinki i kukolki komarov podsemeystva Chironominae fauny SSSR (Diptera, Chironomidae: Tendipedidae) [Larvae and pupae of mosquitoes of the subfamilies Podonominae and Tanypodinae of the USSR fauna (Diptera, Chironomidae: Tendipedidae)]. L., Nauka, 1983, vol. 134. 296 p. (In Russian)
- Poddubnaya T.L. Zhiznennyj cikl i temp rosta nevskogo limnodrila [The life cycle and growth rate of Nevsky limnodril]. *Trudy Inst. Biol. Vodokhr. AN SSSR*, 1963, iss. 4(7), pp. 219–231. (In Russian)
- Pozdeev I.V. Struktura psammoreofil'nyh donnyh soobshchestv nizhnego techeniya r. Yajvy [Structure of psammoreophilic bottom communities of the lower reaches of the Yayva River]. *Bulletin of Perm University. Series: Biology*, 2017, no. 3, pp. 355–366. (In Russian)
- Pryanichnikova E.G., Zhgareva N.N. Fauna makrobespozvonochnyh ozera Nero [Fauna of macroinvertebrates of Lake Nero]. *Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS*, 2020, iss. 91(94), pp. 87–99. doi: 10.47021/0320-3557-2020-73-86. (In Russian)

- Pryazhinskaya V.G., Yaroshevsky D.M., Levit-Gurevich L.K. Komp'yuternoe modelirovanie v upravlenii vodnymi resursami [Computer modeling in water resources management]. Moscow, FizMatLit, 2002. 456 p. (In Russian)
- Rokhmistrov V.L. Malye reki Yaroslavskogo Povolzh'ya [Small rivers of the Yaroslavl Volga region]. Yaroslavl, VVO REA edition, 2004. 54 p. (In Russian)
- Saltanova N.V., Filenko R.A. Vliyaniye donnogo grunta na formirovaniye soobshchestv makrozoobentosa (na primere r. Kadalinki, vostochnoye Zabajkal'e) [The influence of bottom soil on the formation of macrozoobenthos communities (on the example of the Kadalinka River, eastern Transbaikalia)]. *Bulletin of KrasGAU*, 2011, no. 1, pp. 34–39. (In Russian)
- Semerny V.P. Sanitarnaya gidrobiologiya: ucheb. posobie po gidrobiologii [Sanitary hydrobiology: textbook. handbook of hydrobiology]. Yaroslavl, Yaroslavl State University, 2005. 203 p. (In Russian)
- Shcherbina G.H., Perova S.N. Struktura makrozoobentosa nekotorykh malyh rek Yaroslavskoy oblasti [The structure of macrozoobenthos of some small rivers of the Yaroslavl region]. *Biological resources of freshwater: invertebrates*, 2005, pp. 397–412. (In Russian).
- Shcherbina G.H. Godovaya dinamika makrozoobentosa otkrytogo melkovod'ya Volzhskogo plesa Rybinskogo vodokhranilishcha [Annual dynamics of macrozoobenthos in open shallows of the Volga reaches of the Rybinsk reservoir]. *Zootsenozy vodoyemov basseyna Verkhney Volgi v usloviyakh antropogennogo vozdeystviya*. SPb., Gidrometeoizdat, 1993, pp. 108–144. (In Russian)
- Sprygin A.V. et al. Mokrecy roda Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) i ih rol' v rasprostraneniі blyutanga i boleznі Shmallenberga v Rossii [Woodlice of the genus Culicoides (Diptera: Ceratopogonidae) and their role in the spread of bluetongue and Schmallenberg's disease in Russia]. *Agricultural biology*, 2015, no. 2, pp. 183–197. (In Russian)
- Tchertoprud M.V., Tchertoprud E.S. Kratkij opredelitel' bespozvonochnykh presnykh vod centra Evropejskoj Rossii [A brief definition of invertebrates of fresh waters of the center of European Russia]. Moscow, Association of Scientific Publications of the KMC, 2010. 150 p. (In Russian)
- Tchertoprud M.V., Tchertoprud E.S., Palatov D.M. Kratkij opredelitel' bespozvonochnykh presnykh vod Vostochnoj Evropy i Kavkaza [A brief definition of invertebrates of fresh waters of Eastern Europe and the Caucasus]. Moscow, Association of Scientific Publications of the KMC, 2025. 469 p. (In Russian)
- Timm T. A Guide to Freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia*, 2009, vol. 66, pp. 1–235.
- Wiederholm T. Chironomidae of Holarctic Region: Keys and Diagnoses. Pt. 1: Larvae. *Entomol. Scand. Suppl.*, 1983, no. 19. 457 p.
- Yakovlev V.A. Presnovodnyj zoobentos severnoj Fennoskandii (raznoobrazie, struktura i antropogennaya dinamika) [Freshwater zoobenthos of northern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamics)]. Apatity, Izd-vo Kol'sk. nauch. centra RAN, 2005. 145 p. (In Russian)
- Zueva N.V., Alekseev D.K. et al. Bioindikaciya i biotestirovanie v presnovodnykh ekosistemah [Bioindication and biotesting in freshwater ecosystems]. SPb., Russian State Medical University, 2019. 140 p. (In Russian)

MACROZOOBENTHOS OF THE LOWER REACHES OF THE USTYE RIVER

A. P. Belova*, E. G. Pryanichnikova

*Papanin Institute for Biology of Inland Waters Russian Academy of Sciences,
152742, Borok, Russia, e-mail: *belova_nastya_7@mail.ru*

Revised 14.08.2025

In 2021–2022, the main characteristics of macrozoobenthos were studied and the water quality in the lower reaches of the Ustye River (Yaroslavl oblast) was assessed. A total of 105 lower defined taxa were recorded in the macrozoobenthos, the main representatives of which were chironomid larvae (37) and mollusks (14). For the first time, larvae of the chironomid *Saetheria c.f. tylus* were recorded for the benthic fauna of the Yaroslavl oblast. The maximum species richness was noted in autumn in ripal', due to the mass appearance of amphibiotic insect larvae. The dominant species for all types of soils were *Tubifex newaensis* and *Unio pictorum*. The maximum abundance was observed in ripal' in spring, in medial in summer and autumn. The basis of the abundance of macrozoobenthos on all types of soils was formed by chironomids, and the biomass was formed by oligochaetes. The dynamics of abundance and biomass observed during the study period is mainly due to the peculiarities of the life cycles of chironomids and other amphibiotic insects. When assessing water quality based on macrozoobenthos indicators, a gradual improvement in conditions from May to October was shown, the transition from quality class III to II, which indicates a high potential for self-purification of the reservoir.

Keywords: benthic fauna, small river, seasonal dynamics, *Saetheria c.f. tylus*, water quality