

УДК 591.9 (574.587) (282.247.16)

## ЗООБЕНТОС РЕКИ КЕМЬ, БАСЕЙН БЕЛОГО МОРЯ (СОСТАВ, ОБИЛИЕ И ТРОФИЧЕСКАЯ СТРУКТУРА)

**И. А. Барышев**

*Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН», Петрозаводск, Россия*

Проведено исследование состава и обилия макрозообентоса пороговых и плесовых участков реки Кемь (бассейн Белого моря). Выявлено 92 вида и надвидовых таксона беспозвоночных. Зообентос порогов более разнообразен, основу составляют амфибиотические насекомые на стадии личинки – поденки сем. Baetidae, ручейники семейств Hydropsychidae и Rhyacophilidae, веснянки (Plecoptera), двукрылые подсем. Orthoclaadiinae. Плесовые участки беднее в видовом отношении, преобладают виды хирономид подсемейства Chironominae. Основу биомассы зообентоса порогов (1112–2150 экз./м<sup>2</sup> и 1,7–6,9 г/м<sup>2</sup>) составляют ручейники и поденки, двустворчатые моллюски. Плесы отличаются скудным зообентосом (390–1210 экз./м<sup>2</sup> и 0,8–2,8 г/м<sup>2</sup>), биомассу формируют двустворчатые и брюхоногие моллюски, олигохеты и хирономиды. Выявлены локальные скопления крупных двустворчатых моллюсков *Anodonta cygnea* с высокими биомассами (до 460 г/м<sup>2</sup>). В трофической структуре наиболее показательна доля пассивных фильтраторов, высокая на порогах в нижнем течении реки и ниже проточных озер. По составу организмов – индикаторов сапробности водотоки бассейна р. Кемь относятся к β-мезосапробной зоне.

**Ключевые слова:** донные беспозвоночные; порог; плес; река; разнообразие; биомасса; фауна; фильтраторы; сапробность.

### **I. A. Baryshev. ZOOBENTHOS OF THE KEM' RIVER, WHITE SEA DRAINAGE BASIN (COMPOSITION, ABUNDANCE AND TROPHIC STRUCTURE)**

The species composition and abundance of macrozoobenthos was studied in rapids and backwaters of the Kem' River (draining to the White Sea). 92 species and supra-species taxa of invertebrates were identified. Zoobenthos of the rapids was more diverse, the bulk of it made up of amphibiotic insects at the larval stage – mayflies of the family Baetidae (Ephemeroptera), caddisflies of the families Hydropsychidae and Rhyacophilidae, stoneflies (Plecoptera), dipterans of the subfamily Orthoclaadiinae. The backwaters are poorer in species diversity, the species of chironomids of the subfamily Chironominae predominate. The zoobenthos biomass in the rapids (1112–2150 ind./m<sup>2</sup> and 1.7–6.9 g/m<sup>2</sup>) is mainly composed of Trichoptera, Plecoptera and Bivalvia. The backwaters are poor in zoobenthos (390–1210 ind./m<sup>2</sup> and 0.8–2.8 g/m<sup>2</sup>). The biomass is formed by Bivalvia and Gastropoda, Oligochaeta and Chironomidae. Local, high-biomass (up to 460 g/m<sup>2</sup>) aggregations of large bivalves *Anodonta cygnea* have been found. In the trophic structure, the most indicative is the share of passive filter feeders, which is high in the rapids in the lower reaches of the river and downstream of flowage lakes. According to the composition of saprobity indicator organisms, watercourses of the Kem' River catchment belong to the β-mesosaprobic zone.

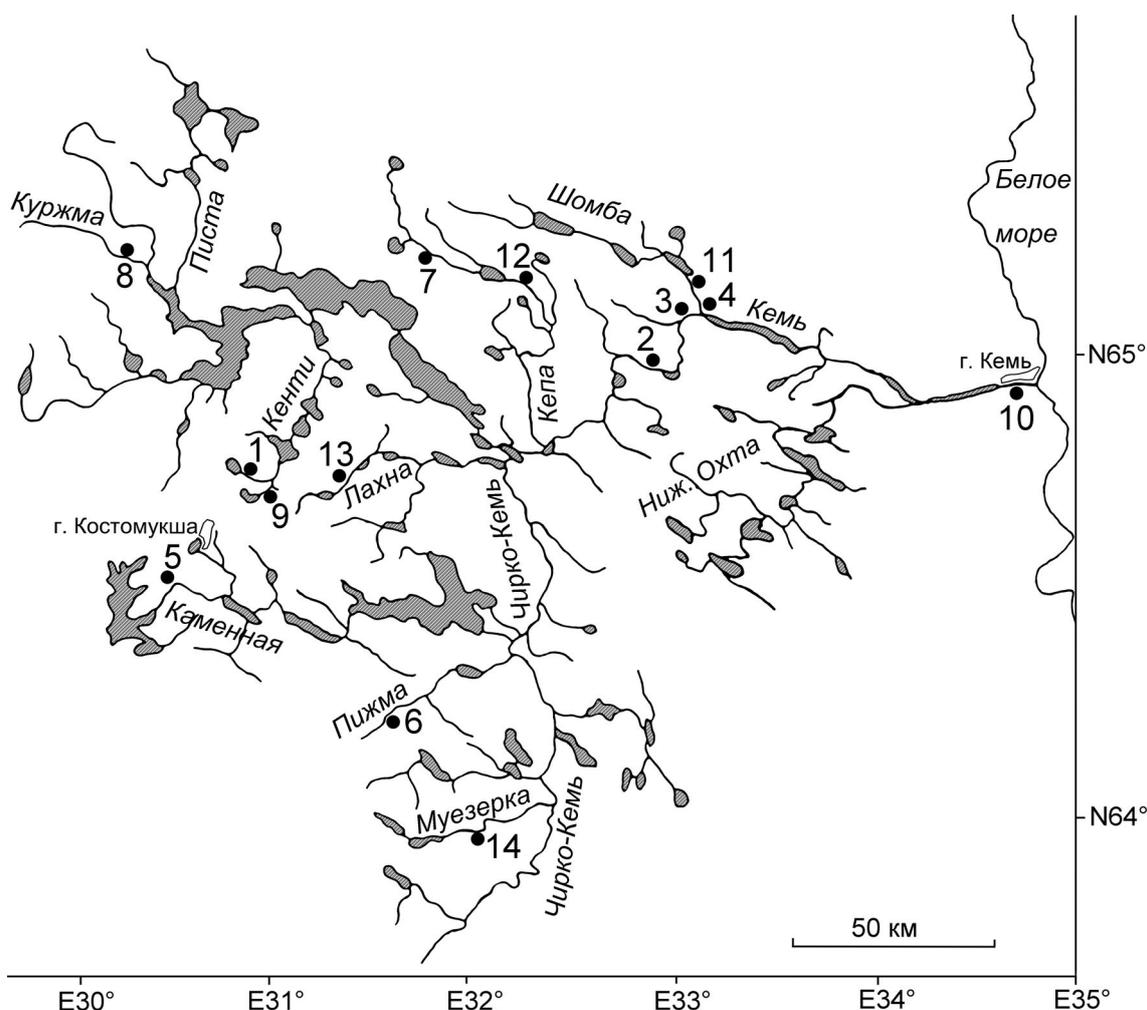
**Keywords:** benthic invertebrates; rapids; backwater; river; diversity; biomass; fauna; filter feeders; saprobity.

## Введение

Река Кемь – крупнейшая по площади водосбора (28396 км<sup>2</sup>) озерно-речная система на территории Республики Карелия. Гидрологическая сеть чрезвычайно разветвлена – складывается из 1561 водотока разного размера и 11531 озеро площадью более 1 га [Григорьев, Грицевская, 1959]. Расположение водосборного бассейна на территории Фенноскандии (Балтийского кристаллического щита) обуславливает большое количество порогов и каменистых перекатов на речных участках. Для вод р. Кемь характерна высокая цветность (30–100 град.), вызванная значительным содержанием гуминовых веществ. Общая минерализация и содержание биогенов – низкие [Поверхност-

ные..., 2001]. Загрязнение реки бытовыми стоками невелико из-за низкой плотности населения. Наиболее существенным антропогенным воздействием на реку является изменение гидрологического режима вследствие затопления площадей под водохранилища. Существенной техногенной трансформации подвержены реки Кенти и Контокки вследствие деятельности Костомукшского ГОК. Большое значение для энергообеспечения региона имеет каскад Кемских ГЭС, в настоящее время включающий в себя Путкинскую, Пожедумскую, Кривопорожскую и Юшкозерскую электростанции. Кроме того, планируется строительство Белопорожских ГЭС-1 и ГЭС-2.

Первые исследования фауны бентосных беспозвоночных в водотоках бассейна р. Кемь



Карта-схема реки Кемь и расположение станций (1–14). Нумерация в соответствии с табл. 1  
Map of the Kem River and the sampling sites (1–14). Numbering is given in accordance with Tab. 1

Таблица 1. Характеристика материала

Table 1. Sampling sites description

№	Название водотока Watercourse name	Плес/ порог Flow pattern	Дата сбора Sampling date	Долгота, широта Longitude, latitude	Число проб Number of samples
1	Ручей Безымянный Bezimyanny Brook	Плес Backwater	15.08.2017	E30.793, N64.764	4
2	Кемь Kem	Плес Backwater	05.08.2017	E32.870, N64.979	3
3	Кемь Kem	Плес Backwater	05.08.2017	E33.039, N65.100	3
4	Шомба Shomba	Плес Backwater	05.08.2017	E33.093, N65.104	3
5	Каменная Kamennaya	Порог Rapids	21.07.1999	E30.682, N64.474	3
6	Пижма Pizhma	Порог Rapids	24.07.2009	E31.468, N64.181	3
7	Кепа Kepa	Порог Rapids	09.08.2008	E31.794, N65.218	3
8	Куржма Kurzhma	Порог Rapids	09.08.2008	E30.297, N65.202	3
9	Кенти Kenti	Порог Rapids	10.08.2008	E30.918, N64.704	3
10	Кемь Kem	Порог Rapids	14.08.2013	E34.618, N64.945	3
11	Шомба Shomba	Порог Rapids	14.08.2013	E33.093, N65.107	3
12	Кепа Kepa	Порог Rapids	15.08.2013	E32.243, N65.159	3
13	Лахна Lakhna	Порог Rapids	15.08.2013	E31.455, N64.767	3
14	Муезерка Muezerka	Порог Rapids	16.08.2013	E31.894, N63.952	3
<b>Всего Total</b>					<b>43</b>

были сосредоточены в основном на жемчужнице *Margaritifera margaritifera* [Верещагин, 1930; Влостов, 1934]. Позже весомый вклад в изучение биоты реки внесли работы по определению возможных последствий строительства Западно-Карельской железной дороги, оценка влияния Костомукшского ГОК, а также инвентаризации флоры и фауны водных объектов заповедника «Костомукшский» [Лазаревская, Потапенко, 1959; Потапова, 1959; Гордеева и др., 1982, 1986; Рябинкин, 1989; Рябинкин, Хазов, 1989; Ecosistem..., 1997; Материалы..., 1998 и др.]. При этом основное внимание уделялось озерам, исследования речного зообентоса единичны [Кухарев и др., 1998; Калинкина и др., 2003]. В ходе отдельных работ выявлено обилие донных беспозвоночных некоторых речных участков и определена основа видового состава. Большая же часть р. Кемь в этом отношении до настоящего времени изучена крайне слабо. Вместе с тем исследование структуры зообентоса речных участков является важным компонентом в рациональном природопользовании, без

которого невозможен полноценный экологический мониторинг. Настоящее исследование макрозообентоса водотоков бассейна р. Кемь проведено с целью анализа структуры сообществ донных беспозвоночных и оценки экологического состояния водотоков региона. В задачи исследования входило: выявить состав и обилие донных беспозвоночных, оценить биологическое разнообразие и трофическую структуру, определить сапробность, сопоставить пороговые и плесовые участки по указанным характеристикам.

### Материалы и методы

Материал для исследования – количественные пробы макрозообентоса – отбирали в период с 1999 по 2017 гг. Обследовали пороговые и плесовые участки реки Кемь. Всего собрано и обработано 43 пробы – 30 с пороговых и 13 с плесовых участков. Обследовано 14 станций (табл. 1).

Пороговые участки отличаются высокими скоростями течения (0,3–0,6 м/с) и каменисты-

ми грунтами с преобладанием мелкого валуна, гальки и гравия. Детрита в грунте порогов немного, заиление отсутствует. Плесы формируются на участках с замедленным течением (до 0,3 м/с), где происходит осадконакопление. Грунты отличаются существенным слоем детрита, ила или глинистых отложений.

Отбор проб производили количественной рамкой площадью 0,04 м<sup>2</sup> с пороговых участков и дночерпателем ДАК 250 площадью 0,025 м<sup>2</sup> с плесовых. Собранный материал фиксировали 70% этанолом. В лаборатории беспозвоночных изымали из пробы и взвешивали с точностью 0,1 мг по таксономическим группам. Для определения видов использовали современные руководства [Определитель..., 1997, 1999, 2001, 2016; Янковский, 2002]. Определение двустворчатых моллюсков отряда Veneroidea проведено А. А. Фроловым (ММБИ). Названия видов приведены в соответствии со сложившейся к настоящему времени в Европе системой на основе базы данных Fauna Europea [De Jong et al., 2014]. Для оценки сапробности выбран метод Пантле – Букка в модификации, учитывающей «индикаторный вес» видов [Sladecsek, 1973]. Индексы биологического разнообразия рассчитаны по стандартным формулам [Мэгарран, 1992]. Для сравнения количественных характеристик зообентоса плесов и порогов использовали критерий Манна – Уитни (U) для численности и биомассы и критерий Стьюдента для индексов разнообразия и сапробности [Шитиков и др., 2003]. Статистические расчеты проведены с использованием программы Past 3.15 [Hammer et al., 2001]. После знака «±» приведена стандартная ошибка (ошибка средней). Учет биомассы и численности представителей отряда Unionoidea (Bivalvia) производили отдельно от других таксонов зообентоса из-за их крупных размеров. Для оценки трофической структуры приняты следующие группы: хищники (Х), измельчители (И), соскребатели (С) и коллекторы-подбиратели (КП). Кроме того, коллекторы-фильтраторы нами учтены как две группы – активно прокачивающие воду (АФ) и «пассивно» улавливающие пищу в сети, построенные на течении (ПФ) [Vannote et al., 1980; Кочарина, 2005; Тиунова, 2006].

## Результаты

В составе зообентоса водотоков реки Кемь нами выявлено 92 таксона различного уровня, 68 – на порогах и 32 – на плесах (табл. 2).

Основу видового состава зообентоса порогов составляют реофильные виды – поденки семейства Baetidae, ручейники семейств

Hydropsychidae и Rhyacophilidae, веснянки Plecoptera. Среди хирономид наибольшее видовое разнообразие приходится на подсемейство Orthocladiinae. Плесовые же участки отличаются значительным числом видов хирономид подсемейства Chironominae и отсутствием реофильных видов. Данные о нахождении 69 видов приводили ранее в литературе, впервые для бассейна нами выявлено 23 вида.

Численность и биомасса зообентоса варьировали по участкам в значительных пределах. Основные характеристики обилия и значения индексов разнообразия и сапробности представлены в табл. 3.

Расчет индекса сапробности показал, что обследованные водотоки относятся к β-мезо-сапробной зоне. Различия между пороговыми и плесовыми участками по этому показателю выявить не удалось.

По численности в бентосе порогов преобладают хирономиды подсемейства Orthocladiinae, поденки (*Baetis rhodani*, *B. vernus*), ручейники (*Hydropsyche pellucidula*, *Rhyacophila nubila*) и олигохеты (*Cognettia glandulosa*, *Eiseniella tetraedra*). Основу биомассы составляют ручейники и поденки, двустворчатые моллюски и клопы *Aphelocheirus aestivalis* (за счет обилия на отдельных участках). В составе зообентоса плесовых участков по численности преобладают хирономиды подсемейства Chironominae (*Stictochironomus crassiforceps*, *Microtendipes* gr. *pedellus*) и олигохеты (*Spirosperma ferox*, *Limnodrilus hoffmeisteri*, *Stylaria lacustris*), а по биомассе двустворчатые (*Pisidium amnicum*) и брюхоногие моллюски (*Planorbarius corneus*, *Planorbis* sp.), олигохеты и хирономиды (табл. 4).

На отдельных пороговых участках (р. Кепа) крупные двустворчатые моллюски (*Anodonta cygnea*) присутствовали в значительных количествах (до 25–50 экз./м<sup>2</sup>). Биомасса зообентоса достигала 420–460 г/м<sup>2</sup>, что на два порядка превышает обычные значения, в связи с чем мы не включили эти данные в табл. 3. Вместе с тем крупные двустворчатые моллюски выявлены только в двух пробах из 43, что составляет менее 5 %.

Соотношение числа видов и биомассы трофических групп в зообентосе порогов и плесов приведено в табл. 5.

По числу видов в зообентосе и плесов и порогов преобладают КП. В зообентосе порогов доля видов И, Х, С и ПФ достоверно выше. Плесовые участки отличаются существенным относительным числом видов КП и АФ. По биомассе плесовые участки отличаются большой долей коллекторов-подбирателей; доля И, Х

Таблица 2. Таксономический состав макрозообентоса водотоков бассейна Кеми

Table 2. Taxonomic composition of the macrozoobenthos of the Kem River basin

Таксон Taxon	Пороги Rapids	Плесь Backwaters	Отмечен ли ранее Previous detection
<b>Nematoda</b>	+	+	+
<b>Oligochaeta</b>			
<i>Aelosoma tenebrarum</i> Vejdovský, 1880	+	–	–
<i>Cognettia glandulosa</i> (Michaelsen, 1888)	+	–	–
<i>Eiseniella tetraedra</i> (Savigny, 1826)	+	–	–
<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparede, 1862	–	+	+
<i>Nais simplex</i> Piguët, 1906	–	+	+
<i>Spirosperma ferox</i> Eisen, 1879	–	+	+
<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	–	+	+
<b>Hirudinea</b>			
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+
<i>Proclipsis tessellata</i> (O. F. Müller, 1774)	–	+	–
<i>Theromyzon tessulatum</i> (O. F. Müller, 1774)	–	+	–
<b>Bivalvia</b>			
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+
<i>Pisidium amnicum</i> (O. F. Müller, 1774)	–	+	+
<i>P. henslowanum</i> (Sheppard, 1825)	+	–	–
<i>P. hibernicum</i> Westerlund, 1894	+	–	–
<i>P. nitidum</i> Jenyns, 1832	+	–	–
<i>Sphaerium corneum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<b>Gastropoda</b>			
<i>Ancylus fluviatilis</i> Müller, 1774	+	–	+
<i>Lymnaea ovata</i> Draparnaud, 1805	+	–	+
<i>Planorbis corneus</i> Linnaeus, 1758	–	+	+
<i>Planorbis</i> sp.	–	+	+
<b>Hydracarina</b>	+	–	+
<b>Ostracoda</b>	+	+	+
<b>Ephemeroptera</b>			
<i>Baetis fuscatus</i> (Linnaeus, 1761)	+	–	+
<i>B. rhodani</i> (Pictet, 1843)	+	–	+
<i>B. vernus</i> Curtis, 1834	+	–	+
<i>Cloeon</i> sp.	–	+	+
<i>Ecdyonurus joernensis</i> Bengtsson, 1909	+	–	+
<i>Heptagenia dalecarlica</i> Bengtsson, 1912	+	–	+
<i>H. fuscogrisea</i> (Retzius, 1783)	+	–	+
<i>H. sulphurea</i> (Müller, 1776)	+	–	+
<i>Nigrobaetis digitatus</i> (Bengtsson, 1912)	+	–	–
<i>Paraleptophlebia submarginata</i> (Stephens, 1835)	+	–	+
<i>Serratella ignita</i> (Poda, 1761)	+	–	+
<b>Plecoptera</b>			
<i>Diura bicaudata</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+
<i>D. nanseni</i> (Kempny, 1900)	+	–	–
<i>Isoperla difformis</i> (Klapalek, 1909)	+	–	+
<i>Leuctra digitata</i> Kempny, 1899	+	–	+
<i>L. fusca</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+
<i>Nemoura cinerea</i> (Retzius, 1783)	+	–	–
<i>Nemoura</i> sp.	+	–	+
<i>Protonemura intricata</i> (Ris, 1902)	+	–	+
<i>Taeniopteryx nebulosa</i> (Linnaeus, 1758)	+	–	+

Продолжение табл. 2

Table 2 (continued)

Таксон Taxon	Пороги Rapids	Плеса Backwaters	Отмечен ли ранее Previous detection
<b>Trichoptera</b>			
<i>Arctopsyche ladogensis</i> (Kolenati, 1859)	+	-	+
<i>Athripsodes cinereus</i> (Curtis, 1834)	+	-	+
<i>Brachycentrus subnubilus</i> Curtis, 1834	+	-	+
<i>Ceraclea</i> sp.	+	-	+
<i>Ceratopsyche silfvenii</i> (Ulmer, 1906)	+	-	+
<i>Cheumatopsyche lepida</i> (Pictet, 1834)	+	-	+
<i>Hydropsyche pellucidula</i> (Curtis, 1834)	+	-	+
<i>Hydroptila</i> sp.	+	-	+
<i>Ithytrichia lamellaris</i> Eaton, 1873	+	-	+
<i>Lepidostoma hirtum</i> (Fabricius, 1775)	+	-	+
<i>Limnephilus</i> sp.	-	+	+
<i>Micrasema setiferum</i> (Pictet, 1834)	+	-	+
<i>Neureclipsis bimaculata</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	+
<i>Oxyethira</i> sp.	+	-	+
<i>Polycentropus flavomaculatus</i> (Pictet, 1834)	+	-	+
<i>Rhyacophila fasciata</i> Hagen, 1859	+	-	+
<i>R. nubila</i> Zetterstedt, 1840	+	-	+
<i>Stenophylax lateralis</i> (Stephens, 1837)	+	-	-
<b>Megaloptera</b>			
<i>Sialis lutaria</i> (Linnaeus, 1758)	-	+	+
<b>Heteroptera</b>			
<i>Aphelocheirus aestivalis</i> (Fabricius, 1794)	+	-	-
<b>Coleoptera</b>			
<i>Donacia</i> sp.	+	-	+
<i>Elmis aenea</i> (Muller, 1806)	+	-	-
<i>E. maugetii</i> Latreille, 1802	+	-	-
<i>Hydraena gracilis</i> Germar, 1824	+	-	+
<i>Limnius volckmari</i> (Panzer, 1793)	+	+	-
<i>Oulimnius tuberculatus</i> (Muller, 1806)	+	-	-
<b>Diptera</b>			
Ceratopogonidae spp.	+	+	+
<b>Simuliidae</b>			
<i>Simulium</i> ( <i>Archsimulium</i> ) <i>polare</i> Rubtsov, 1940	+	-	-
<i>S. (Odagmia) frigidum</i> Rubtsov, 1940	+	-	+
<i>S. morsitans</i> Edwards, 1915	+	-	+
<i>S. (Eusimulium) angustipes</i> Edwards, 1915	+	-	-
<i>Simulium</i> sp.	+	-	+
<b>Chironomidae</b>			
<i>Chironomus</i> sp.	-	+	+
<i>Corynoneura</i> gr. <i>carriana</i>	-	+	+
<i>Harnischia curtilamellata</i> (Malloch, 1915)	-	+	+
<i>Heterotrissocladius marcidus</i> (Walker, 1856)	-	+	+
<i>Micropsectra</i> sp.	-	+	-
<i>Microtendipes</i> gr. <i>pedellus</i>	-	+	+
Ortocladeinae spp.	+	+	+
<i>Procladius</i> ( <i>Holotanypus</i> ) sp.	-	+	+
<i>Psectrocladius simulans</i> (Johannsen, 1937)	-	+	+
<i>Stictochironomus crassiforceps</i> (Kieffer, 1922)	-	+	+

Окончание табл. 2

Table 2 (continued)

Таксон Taxon	Пороги Rapids	Плеса Backwaters	Отмечен ли ранее Previous detection
Tanypodinae spp.	+	+	+
Tanytarsus sp.	-	+	+
<u>Tipulidae</u>			
<i>Prionocera turcica</i> (Fabricius, 1787)	+	-	-
<u>Tabanidae</u>			
<i>Chrysops</i> sp.	-	+	+
<u>Pediciidae</u>			
<i>Dicranota bimaculata</i> (Schummel, 1829)	+	-	+
<u>Empididae</u>			
<i>Hemerodromia</i> sp.	+	-	-
<u>Limoniidae</u>			
<i>Phylidorea</i> sp.	-	+	-
<b>Всего Total</b>	<b>68</b>	<b>32</b>	«+» – <b>69</b> «-» – <b>23</b>

и ПФ достоверно ниже, чем на порогах. Сравнение структуры зообентоса порогов в верхнем и нижнем течении показало, что численность зообентоса несколько выше в верховьях ( $U = 50$ ,  $p = 0,04$ ). По остальным показателям – биомассе, индексам Шеннона и Симпсона, сапробности – достоверных отличий выявить не удалось. Вместе с тем в зообентосе порогов верхнего течения выше доля личинок амфибиотических насекомых – Ephemeroptera, Trichoptera, Simuliidae, Chironomidae. В нижнем течении возрастает доля Oligochaeta и Hemiptera. Наряду с изменением таксономического состава происходит смена трофической структуры. Так, доля биомассы ПФ снижается с 20 % в верхнем течении до 2 % в нижнем (различия достоверны,  $U = 44$ ). В нижнем течении несколько (на нашем материале статистически недостоверно) снижается доля И (с 10 до 3 %) и С (с 26 до 9 %), а доля КП возрастает (с 15 до 35 %). Кроме того, повышенная доля пассивных фильтраторов отмечена ниже проточных озер в пределах 2 км (станции 7, 9, 13) – 27,3 %, в то время как при отсутствии влияния озера – 9,2 %. Различия достоверны,  $U = 50$ ,  $p = 0,04$ .

## Обсуждение

Состав макрозообентоса водотоков бассейна р. Кемь в целом близок к выявленному ранее для рек региона [Khrennikov et al., 2007; Барышев, 2015]. Список видов, который удалось составить в ходе данной работы, очевидно, не является исчерпывающим. Так, по данным А. В. Рябинкина [2008], для водоемов и водотоков бассейна р. Кемь различными авторами

было выявлено 502 таксона. Вместе с тем такое большое число видов обусловлено подробными исследованиями озерной фауны. Для речных участков выявленный ранее видовой состав скромнее. Например, для порогов и каменистых перекатов было установлено 53 таксона [Кухарев, 1995; Кухарев и др., 1995]. Для русловой части плесовых участков реки выявлено 15 систематических групп, из которых наиболее богаты видами малоцетинковые черви (Oligochaeta) и личинки хирономид (Chironomidae) [Рябинкин, 1983, 1989]. Выявленные нами впервые для бассейна 23 вида составляют 25 % от установленного в данной работе видового состава и около 5 % от всей фауны, что довольно много. По всей видимости, это связано с малой изученностью речных экосистем бассейна. В составе зообентоса выявлен один охраняемый вид – *Protonemura intricata*, занесенный в Красную книгу Республики Карелия с категорией 3 (NT). Клоп *Aphelocheirus aestivalis*, выявленный в притоке Кепа (см. рис., ст. 12), находится в бассейне р. Кемь на северной границе ареала (N65, 12). Вероятно, это самая северная область распространения данного европейского вида в России и его присутствие в бассейне р. Кемь установлено в настоящей работе впервые. В соседней Финляндии северная точка ареала этого вида находится на близкой широте – N65,45 [Kuusela, 1994].

В зообентосе выявлено относительно малое число таксонов (8), отмеченных одновременно в порогах и в плесах, что говорит о существенной разнице донного населения этих местобитаний. Наше исследование показывает, что разнообразие зообентоса пороговых участков

Таблица 3. Сравнение численности (N, экз./м<sup>2</sup>), биомассы (B, мг/м<sup>2</sup>) зообентоса и биотических индексов пороговых и плесовых участков (без учета крупных Bivalvia отряда Unionoida)

Table 3. Comparison of abundance (N, spec./m<sup>2</sup>), biomass (B, mg / m<sup>2</sup>) of the zoobenthos and biotic indices of rapids and backwaters (excluding the large Bivalvia of the Unionoida order)

Показатель Index	Пороги Rapids		Плеса Backwaters		Сравнение порогов и плесов Comparison of rapids and backwaters		
	N	B	N	B	N	B	Отличия Difference (p=0,05)
Среднее Average	1589	4935	778	1818	Кр. Манна – Уитни Mann-Whitney criteria U = 73	Кр. Манна – Уитни Mann-Whitney criteria U = 103	Да Yes
Медиана Median	1475	3197	880	1156			
25% квартиль 25% quartile	1112	1723	390	792			
75% квартиль 75% quartile	2150	6852	1210	2832			
Мин. Min.	125	267	120	248			
Макс. Max.	2950	20612	1560	5900			
Индекс Шеннона Shannon Index	1,7 ± 0,10	1,4 ± 0,12	1,1 ± 0,15	0,9 ± 0,11	Кр. Стюд. t-test t = 3,7	Кр. Стюд. t-test t = 2,5	Да Yes
Индекс Симпсона Simpson Index	0,3 ± 0,03	0,3 ± 0,04	0,4 ± 0,08	0,5 ± 0,07	Кр. Стюд. t-test t = 2,2	Кр. Стюд. t-test t = 2,7	Да Yes
Сапробность Saprobity	1,7 ± 0,25		1,7 ± 0,30		Крит. Стюд. t-test t = 0,01		Нет No

существенно выше, чем плесовых, как по числу видов, так и по биологическим индексам (см. табл. 2, 3). Видовое богатство литореофильного биоценоза отмечали и ранее [Жадин, 1940]. Повышенное разнообразие зообентоса порогов и перекатов по сравнению с плесами также отмечали в реках бассейна Оби [Петкевич, Иогансен, 1958], п-ова Сахалин [Жуйкова, 1973], Урала и Тимана [Шубина, 2006]. По составу зообентос порогов и перекатов р. Кемь можно оценить как типичный литореофильный биоценоз по классификации В. И. Жадина [1940]. Выявленные виды обычны для порожистых участков с каменистыми грунтами [Шубина, 2006; Khrennikov et al., 2007; Чертопруд, 2011; Барышев, 2015]. Плесовые участки отличаются существенным заилением, и преимущественно здесь формируется пелофильный биоценоз. Многие виды, выявленные нами в зообентосе плесов, отнесены В. И. Жадиным к пелофилам стоячих вод [Жадин, 1940]. По составу зообентос плесовых участков близок к таковому в равнинных реках других регионов [Зверева, 1969; Щербина, 2005]. Имеющиеся в литературе данные по плесовым участкам порожистых рек также указывают на сопоставимый состав зообентоса [Яковлев, 2005; Шубина, 2006]. Кроме того,

население плесовых участков р. Кемь сходно с бентосом проточных озер бассейна реки Кемь [Рябинкин, 1983, 1989; Рябинкин, Хазов, 1995].

Выявленные значения обилия зообентоса сопоставимы с таковыми в других реках зоны северной тайги Восточной Фенноскандии. Так, для порогов рек региона ранее были установлены значения 1,2–10,3 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 1,3–15,4 г/м<sup>2</sup> [Khrennikov et al., 2007; Барышев, 2015]. Количественные данные по обилию зообентоса плесов региона единичны. Для реки Кемь ранее были выявлены значения 1,5–5,8 тыс. экз./м<sup>2</sup> и 0,9–4,2 г/м<sup>2</sup> [Рябинкин, 1989]. Сравнение обилия зообентоса пороговых и плесовых участков показало, что последние статистически достоверно уступают порогам (см. табл. 3). На такое же соотношение обилия указывают и литературные данные [Рябинкин, 1989; Шубина, 2006; Khrennikov et al., 2007; Барышев, 2015]. Известно, что обилие зообентоса значительно варьирует по участкам. Так, для плесов бассейна р. Кемь ранее отмечали снижение биомассы в зависимости от глубины – от 3,6 г/м<sup>2</sup> в литорали до 0,8 г/м<sup>2</sup> в медиали – и от типа грунта – от 2 г/м<sup>2</sup> в слабо заиленном песке до 0,04 г/м<sup>2</sup> в глине [Рябинкин, 1983, 1989]. Выявленный в данной работе

Таблица 4. Численность и биомасса зообентоса пороговых и плесовых участков реки Кемь (средние значения, без учета крупных двустворчатых моллюсков отряда Unionoidea)

Table 4. Abundance and biomass of the zoobenthos of the Kem River rapids and backwaters (average, excluding the large Bivalvia of the Unionoidea order)

Таксон Taxon	Пороги Rapids				Плеса Backwaters			
	N	N%	B	B%	N	N%	B	B%
Nematoda	2	0,1	1	0,0	0	0,0	0	0,0
Oligochaeta	133	8,3	329	6,7	206	26,6	338	18,6
Hirudinea	3	0,2	20	0,4	3	0,4	4	0,2
Bivalvia	138	8,7	606	12,3	55	7,1	506	27,8
Gastropoda	60	3,8	194	3,9	28	3,6	326	17,9
Crustacea	0	0,0	0	0,0	34	4,4	11	0,6
Hydracarina	20	1,3	12	0,2	0	0,0	0	0,0
Ephemeroptera	272	17,1	436	8,8	3	0,4	6	0,3
Plecoptera	83	5,2	167	3,4	0	0,0	0	0,0
Trichoptera	268	16,8	1672	33,9	3	0,4	179	9,9
Hemiptera	29	1,8	540	10,9	0	0,0	0	0,0
Megaloptera	0	0,0	0	0,0	6	0,8	73	4,0
Coleoptera	50	3,1	85	1,7	3	0,4	5	0,3
Simuliidae	127	8,0	163	3,3	0	0,0	0	0,0
Chironomidae	378	23,8	146	2,9	422	54,4	306	16,8
Ceratopogonidae	4	0,3	4	0,1	3	0,4	3	0,2
Diptera прочие (others)	24	1,5	562	11,4	9	1,2	60	3,3
<b>Всего</b>	<b>1589</b>		<b>4935</b>		<b>778</b>		<b>1818</b>	

Примечание. N – численность, экз./м<sup>2</sup>; B – биомасса, мг/м<sup>2</sup>.

Note. N is number, spec./m<sup>2</sup>; B – biomass, mg/m<sup>2</sup>.

большой разброс между минимальным и максимальным значениями подтверждает эти выводы (см. табл. 3). Существенны оказались и различия состава зообентоса порогов и плесов, что не раз отмечали ранее. Так, для многих регионов установлено, что литореофильный биоценоз отличается видовым разнообразием и высокой биомассой [Жадин, 1940; Зверева, 1969; Шубина, 2006]. Кроме того, некоторые классификации относят население каменистого дна порогов и мягких грунтов плесов к разным экологическим группировкам [Протасов, 1994; Шарапова, 2007].

Для бассейна р. Кемь характерно расположение порогов преимущественно в верхнем течении, а плесов в нижнем. Так, из обследованных на плесах в верхнем течении находится одна станция (ст. 1, см. табл. 1), а в нижнем три (ст. 2, 3, 4). На обследованных порогах три станции расположены в нижнем течении (ст. 10, 11, 12), а семь – в верхнем (ст. 5–9, 13, 14). Такое соотношение является обычным для рек, и именно оно рассматривается как основное в концепции речного континуума [Vannote

et al., 1980]. Отличия в трофической структуре порогов и плесов, вероятно, обусловлены разными пищевыми ресурсами в этих биотопах. Наиболее показательной характеристикой структуры зообентоса, вероятно, является доля пассивных фильтраторов. Снижение доли организмов этой группы в зообентосе порогов с 20 % в верхнем течении до 2 % в нижнем полностью соответствует положениям концепции речного континуума [Vannote et al., 1980]. В литературе не раз отмечали влияние поступающего в реку озерного сестона на структуру зообентоса, в частности, на долю пассивных фильтраторов [Richardson, Maskau, 1991; Hoffsten, 1999; Барышев, Кухарев, 2011]. В водотоках бассейна р. Кемь нами также выявлено значительное увеличение обилия зообентоса и увеличение доли пассивных фильтраторов ниже проточных озер.

Выявленный клоп *Aphelocheirus aestivalis* в литературе характеризуется высокой оксифильностью. Считается, что именно этот фактор обуславливает его чувствительность к загрязнению рек [Huxley, 2003]. В водотоках

Таблица 5. Соотношение трофических групп в зообентосе порогов и плесов

Table 5. Ratio of functional groups in zoobenthos of rapids and backwaters

Трофическая группа Functional groups	Пороги Rapids		Плесы Backwaters		Отличия, кр. Манна – Уитни Difference, Mann-Whitney (p = 0,05)	
	Число видов, % Number of sp., %	Биомасса, %, Biom., %	Число видов, % Number of sp., %	Биомасса, %, Biom., %	Число видов, % Number of sp., %	Биомасса, %, Biom., %
Измельчители Shredders	13 ± 1,6	8 ± 1,8	2 ± 1,3	6 ± 5,5	Да, U = 38 Yes	Да, U = 46 Yes
Хищники Predators	13 ± 1,9	26 ± 5,2	7 ± 4,3	8 ± 8,0	Да, U = 102 Yes	Да, U = 62 Yes
Соскребатели Scrapers	18 ± 1,7	21 ± 4,6	9 ± 3,3	22 ± 10,1	Да, U = 95 Yes	Нет, U = 133 No
Коллекторы- подбиратели Collectors	30 ± 3,4	21 ± 4,4	68 ± 5,5	48 ± 9,5	Да, U = 36 Yes	Да, U = 95 Yes
Пассивные фильтраторы Passive filter feeders	17 ± 2,2	15 ± 4,0	0,0	0,0	Да Yes	Да Yes
Активные фильтраторы Active filter feeders	9 ± 1,4	9 ± 3,3	14 ± 2,8	16 ± 4,4	Нет, U = 111 No	Нет, U = 134 No

бассейна р. Кемь этот вид обитает в нижнем течении, и это указывает, что не количество растворенного кислорода является лимитирующим фактором на северной границе ареала. Ранее нами в пределах Фенноскандии существенные скопления этого вида были выявлены именно на участках с повышенной трофностью и биомассой зообентоса – ниже проточных озер и в нижнем течении рек [Барышев, Кухарев, 2011; Барышев, 2017]. Можно предположить, что в условиях рек Севера с насыщенной кислородом водой, но относительно бедными донными сообществами именно недостаток пищи лимитирует распространение этого вида.

Анализ состава видов – индикаторов сапробности показал, что водотоки бассейна р. Кемь относятся к β-мезосапробной зоне. Это указывает на удовлетворительное качество воды и совпадает с результатами предыдущих исследований [Гордеева и др., 1982]. В рамках исследования не удалось выявить существенных различий по данному показателю между пороговыми и плесовыми участками. Вероятно, продолжение работ в этом направлении позволит получить более подробные выводы.

## Заключение

В макрозообентосе реки Кемь выявлено 92 вида и таксона надвидового уровня, из которых 23 – впервые для бассейна. Состав видов соответствует фауне реки зоны северной тайги. Выявлен один охраняемый вид – *Protonemura intricata* (Красная книга Республики Карелия,

3 NT). Установлено самое северное в России место обитания клопа *Aphelocheirus aestivalis*. Пороговые участки отличаются от плесов значительным видовым разнообразием и обилием зообентоса. В трофической структуре наиболее показательной оказалась доля пассивных фильтраторов, высокая на пороговых участках в нижнем течении реки и ниже проточных озер. По составу организмов – индикаторов сапробности водотоки бассейна р. Кемь относятся к β-мезосапробной зоне.

*Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (№ 0221-2017-0045).*

*Автор чрезвычайно признателен А. А. Фролову (ММБИ) за определение двустворчатых моллюсков отряда Veneroidea и С. В. Айбулатову (ЗИН РАН) за консультации по определению представителей Simuliidae.*

## Литература

Барышев И. А. Особенности формирования структуры макрозообентоса пороговых участков рек Карельского берега Белого моря // Труды КарНЦ РАН. 2015. № 1. С. 29–36. doi: 10.17076/eco36

Барышев И. А. Таксономический состав и трофическая структура бентофауны пороговых участков рек Республики Карелия и Мурманской области // Биология внутренних вод. 2017. № 4. С. 50–60. doi: 10.7868/S0320965217040064

Барышев И. А., Кухарев В. И. Влияние проточного озера на структуру зообентоса в реке с быстрым

течением (на примере р. Лижма, бассейн Онежского озера) // Учен. зап. ПетрГУ. 2011. № 6(119). С. 16–19.

*Верещагин Г. Ю.* О добыче перламутра и жемчуга в Карелии и Мурманском крае. Озера Карелии. Л.: Изд. Бородин. биост., 1930. С. 145–156.

*Влостов Б. В.* Биология жемчужницы (*Margaritana margaritifera*) и проблема использования ее раковины как перламутрового сырья // Тр. Бородин. биол. станции. 1934. Т. 7, вып. 2. С. 5–36.

*Гордеева Л. И., Филимонова Н. А., Рябинкин А. В.* Гидробиологическая характеристика водоемов озерно-речной системы р. Кеми на участке будущего Белопорожского водохранилища // Исследование озерно-речных систем Карелии. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1982. С. 21–23.

*Гордеева Л. И., Власова Л. И., Калугин А. И., Рябинкин А. В., Тимакова Т. М., Фрейндлинг А. В., Хазов А. Р.* Биологический контроль качества воды в зоне действия железорудного горно-обогатительного комбината (ГОКа) // Биоиндикация и биотестирование природных вод. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1986. С. 52–53.

*Григорьев С. В., Грицевская Г. А.* Каталог озер Карелии. М.; Л.: АН СССР, 1959. 239 с.

*Жадин В. И.* Фауна рек и водохранилищ. М.; Л.: АН СССР, 1940. 991 с.

*Жуйкова Л. И.* Фауна донных беспозвоночных реки Белой (о. Сахалин) // Исследования по биологии рыб и промысловой океанографии. Владивосток, 1973. Вып. 4. С. 70–83.

*Зверева О. С.* Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования. Л.: Наука, 1969. 279 с.

*Калинкина Н. М., Кухарев В. И., Морозов А. К., Рябинкин А. В.* Современное состояние водоемов системы реки Кенти // Водная среда Карелии: исследование, использование и охрана. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2003. С. 53–59.

*Кочарина С. Л.* Трофическая структура беспозвоночных некоторых водотоков бассейна реки Правая Соколовка (Верхнеуссурийский стационар, Приморский край) // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. Вып. 3. Владивосток: Дальнаука, 2005. С. 49–61.

*Кухарев В. И.* Зообентос р. Кенти // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 60–68.

*Кухарев В. И., Пальшин Н. И., Сало Ю. А.* Общая характеристика озерно-речной системы Кенти-Кенто // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 4–7.

*Кухарев В. И., Власова Л. И., Калинкина Н. М., Рябинкин А. В., Хазов А. Р., Чекрыжева Т. А.* Исследование влияния техногенных вод Костомукшского ГОКа на водоемы системы р. Кенти (бассейн р. Кемь) методами гидроэкологии // Антропогенное воздействие на природу Севера и его экологические последствия: Тез. докладов Всерос. совещ. Апатиты: КНЦ РАН, 1998. С. 68–70.

*Лазаревская Н. И., Попенко Л. К.* Озера бассейна р. Каменной – Каменное, Лувозеро, Кимас: Мате-

риалы по гидрологии (лимнологии) Карелии. Петрозаводск: Госиздат КАССР, 1959. С. 66–113.

*Материалы инвентаризации природных комплексов и экологическое обоснование национального парка «Калевальский».* Препринт доклада. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 44 с.

*Мэгарран Э.* Экологическое разнообразие и его измерение. М.: Мир, 1992. 184 с.

*Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России.* Т. 2. Зообентос. М.; СПб.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. 457 с.

*Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий.* Т. 3. Паукообразные и низшие насекомые / Ред. С. Я. Цалолихин. СПб.: Наука, 1997. 440 с.

*Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий.* Т. 4. Высшие насекомые. Двукрылые / Ред. С. Я. Цалолихин. СПб.: Наука, 1999. 1000 с.

*Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий.* Т. 5. Высшие насекомые (ручейники, чешуекрылые, жесткокрылые, сетчатокрылые, большекрылые, перепончатокрылые) / Под общ. ред. С. Я. Цалолихина. СПб.: Наука, 2001. 836 с.

*Петкевич А. Н., Иоганзен Б. Г.* Перспективы рыбного хозяйства Верхней Оби в связи с гидростроительством // Изв. Всесоюз. НИИ озер. и реч. рыб. хоз-ва, 1958. Т. 44. С. 5–28.

*Поверхностные воды Калевальского района и территории Костомукши в условиях антропогенного воздействия.* Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2001. 168 с.

*Потапова О. И.* Оз. Ньюозеро // Озера Карелии: Природа, рыбы и рыбное хозяйство. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1959. С. 520–525.

*Протасов А. А.* Пресноводный перифитон. Киев: Наукова думка, 1994. 308 с.

*Рябинкин А. В.* Донные биоценозы верхнего течения реки Кемь // Тез. докл. 3-й респ. конф. по пробл. рыбохоз. исслед. внутр. водоемов Карелии (26–28 апреля 1983 г.). Петрозаводск.: Карел. фил. АН СССР, 1983. С. 58–60.

*Рябинкин А. В.* Донные биоценозы водоемов зоны затопления Белопорожского водохранилища (проектируемого) // Современный режим природных вод бассейна р. Кеми. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1989. С. 213–219.

*Рябинкин А. В.* Фауна донных беспозвоночных бассейна р. Кеми // Труды КарНЦ РАН. Биогеография. 2008. Вып. 12. С. 134–145.

*Рябинкин А. В., Хазов А. Р.* Современное состояние и особенности распределения донной фауны озер Куйто // Современный режим природных вод бассейна р. Кеми. Петрозаводск, 1989. С. 109–121.

*Рябинкин А. В., Хазов А. Р.* Динамика бентоценозов озер системы р. Кенти // Влияние техногенных вод горно-обогатительного комбината на водоемы системы реки Кенти. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1995. С. 87–93.

*Тиунова Т. М.* Трофическая структура сообществ беспозвоночных в экосистемах лососевых рек юга Дальнего Востока // Экология. 2006. № 6. С. 457–463.

Чертопруд М. В. Разнообразие и классификация реофильных сообществ макробентоса средней полосы Европейской России // Журн. общ. биологии. 2011. Т. 72, № 1. С. 51–73.

Шарапова Т. А. Зооперифитон внутренних водоемов Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 2007. 167 с.

Шитиков В. К., Розенберг Г. С., Зинченко Т. Д. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

Шубина В. Н. Бентос лососевых рек Урала и Тимана. СПб.: Наука, 2006. 401 с.

Шербина Г. Х. Влияние промышленных стоков сыроваренного завода на структуру макрозообентоса малой реки // Биология внутренних вод. 2005. № 3. С. 98–103.

Яковлев В. А. Пресноводный зообентос Северной Фенноскандии (разнообразие, структура и антропогенная динамика). Апатиты: КНЦ РАН, 2005. Ч. 1. 161 с.; ч. 2. 145 с.

Янковский А. В. Определитель мошек (Diptera: Simuliidae) России и сопредельных территорий (бывшего СССР). СПб.: ЗИН РАН, 2002. 570 с.

De Jong Y., Verbeek M., Michelsen V., Bjørn P., Los W., Steeman F., Bailly N., Basire C., Chylarecki P., Stloukal E., Hagedorn G., Wetzel F., Glöckler F., Kroupa A., Korb G., Hoffmann A., Häuser C., Kohlbecker A., Müller A., Güntsch A., Stoev P., Penev L. Fauna Europaea – all European animal species on the web // Biodiversity Data Journal 2: e4034. 2014. doi: 10.3897/BDJ.2.e4034

Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship // Finnish Environment Institute, Helsinki, 1997. 364 p.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis // Palaeontologia Electronica. 2001. 4(1). 9 p.

Hoffsten P. Distribution of filter-feeding caddisflies (Trichoptera) and plankton drift in a Swedish lake-outlet stream // Aquatic Ecology. 1999. Vol. 33, no. 4. P. 377–386.

Huxley T. Provisional atlas of the British aquatic bugs (Hemiptera, Heteroptera) // Huntingdon, Centre for Ecology and Hydrology Biological records Centre. 2003. 118 p.

Khrennikov V. V., Baryshev I. A., Shustov U. A., Pavlov V. N., Ilmast N. V. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (north east Fennoscandia) // Ecohydrology & Hydrobiology. Vol. 7, no. 1. 2007. P. 71–77.

Kuusela K. Virtaluteen *Aphelocheirus aestivalis* (Heteroptera, Aphelocheiridae) pohjoinen löytö Pudasjärveltä [Northernly record of Saucer Bug, *Aphelocheirus aestivalis*, from Pudasjärvi, Finland] // Sahlbergia. 1994. Vol. 1. P. 30–32.

Richardson J. S., Mackay R. J. Lake outlets and the distribution of filter feeders: an assessment of hypotheses // Oikos. 1991. Vol. 62, no. 3. P. 370–380.

Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view // Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol. 1973. Vol. 7. 218 p.

Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell I. R., Cushing C. E. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980. Vol. 37, no. 1. P. 130–137.

Поступила в редакцию 23.01.2018

## References

Baryshev I. A. Osobennosti formirovaniya struktury makrozoobentosa porogovykh uchastkov rek Karel'skogo berega Belogo morya [Peculiarities of macrozoobenthos structure formation in riffles of the Karelian coast of the White Sea]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2015. No. 1. P. 29–36. doi: 10.17076/eco36

Baryshev I. A. Taksonomicheskii sostav i troficheskaya struktura bentofauny porogovykh uchastkov rek Respubliki Kareliya i Murmanskoi oblasti [Taxonomic composition and trophic structure of benthic fauna in rocky rapids and riffles in rivers of the Republic of Karelia and Murmansk Oblast]. *Biol. vnutr. vod* [Inland Water Biol.]. 2017. No. 4. P. 50–60. doi: 10.1134/S1995082917040034

Baryshev I. A., Kukharev V. I. Vliyaniye protochnogo ozera na strukturu zoobentosa v reke s bystryim techeniem (na primere r. Lizhma, bassein Onezhskogo ozera) [Influence of drainage lake on zoobenthos structure in rivers with fast current (case study of the Lizhma river, Lake Onega Basin)]. *Uchen. zap. PetrGU* [Proceed. Petrozavodsk St. Univ.]. 2011. No. 6(119). P. 16–19.

Chertoprud M. V. Raznoobrazie i klassifikatsiya reofil'nykh soobshchestv makrobentosa srednei polosy Evropeiskoi Rossii [Diversity and classification of rheophilic communities of macrozoobenthos in middle lati-

tudes of European Russia]. *Zhurn. obshch. biol.* [Biol. Bull. Reviews]. 2011. Vol. 72, no. 1. P. 51–73.

Gordeeva L. I., Filimonova N. A., Ryabinkin A. V. Hidrobiologicheskaya kharakteristika vodoemov ozero-rechnoi sistemy r. Kemi na uchastke budushchego Beloporozhskogo vodokhranilishcha [Hydrobiological description of water bodies of the lake-river system of the Kem River at the site of the future Beloporozhsky reservoir]. *Issled. ozerno-rechnykh sistem Karelii* [Study of lake-river systems of Karelia]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1982. P. 21–23.

Gordeeva L. I., Vlasova L. I., Kalugin A. I., Ryabinkin A. V., Timakova T. M., Freindling A. V., Khazov A. R. Biologicheskii kontrol' kachestva vody v zone deistviya zhelezorudnogo gorno-obogatitel'nogo kombinata (GOKa) [Biological control of quality of the water exposed to the impact of iron-ore mining and processing plant (MPP)]. *Bioindikatsiya i biotestirovaniye prirod. vod* [Bioindication and biotesting of natural waters]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1986. P. 52–53.

Grigor'ev S. V., Gritsevskaya G. A. Katalog ozer Karelii [A catalogue of lakes in Karelia]. Moscow, Leningrad: AN SSSR, 1959. 239 p.

Kalinkina N. M., Kukharev V. I., Morozov A. K., Ryabinkin A. V. Sovremennoe sostoyaniye vodoemov siste-

my reki Kenti [Current state of water bodies of the Kenti River system]. *Vodnaya sreda Karelii: issled., ispol'z. i okhr.* [Water environment of Karelia: research, usage, and protection]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2003. P. 53–59.

*Kocharina S. L.* Troficheskaya struktura bespozvonochnykh nekotorykh vodotokov basseina reki Pravaya Sokolovka (Verkhneussuriiskii statsionar, Primorskii krai) [Trophic structure of invertebrates of some watercourses of the Pravaya Sokolovka River basin (Verkhneussuriiskiy station, Primorsky krai)]. *Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova* [Readings in Memory of V. Ya. Levanidov]. No. 3. Vladivostok: Dal'nauka, 2005. P. 49–61.

*Kukharev V. I.* Zoobentos r. Kenti [Zoobenthos of the Kenti River]. *Vliyanie tekhnogennykh vod gorno-obogatitel'nogo kombinata na vodoemy sistemy reki Kenti* [Technogenic water impact of the mining and processing plant on water bodies of the Kenti River system]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1995. P. 60–68.

*Kukharev V. I., Pal'shin N. I., Salo Yu. A.* Obshchaya kharakteristika ozerno-rechnoi sistemy Kenti-Kento [General description of the Kenti-Kento lake-river system]. *Vliyanie tekhnogennykh vod gorno-obogatitel'nogo kombinata na vodoemy sistemy reki Kenti* [Technogenic water impact of the mining and processing plant on water bodies of the Kenti River system]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1995. P. 4–7.

*Kukharev V. I., Vlasova L. I., Kalinkina H. M., Ryabinkin A. V., Khazov A. R., Chekryzheva T. A.* Issledovanie vliyaniya tekhnogennykh vod Kostomukshskogo GOKa na vodoemy sistemy r. Kenti (bassein r. Kem') metodami gidroekologii [Study of the impact of technogenic waters of the Kostomuksha mining and processing plant on water bodies of the Kenti River system by hydroecological methods]. *Antropogennoe vozdeistvie na prirodu Severa i ego ekologicheskie posledstviya: Tez. dokladov vseros. soveshchaniya KNTs RAN* [Man-induced impact on the nature of the North and its ecological consequences: abs. of all-Russ. meeting KarRC RAS]. Apatity, 1998. P. 68–70.

*Lazarevskaya N. I., Popenko L. K.* Ozera basseina r. Kamennoi – Kamennoe, Luozero, Kimas [Lakes of the Kamennaya River basin – Kamennoe, Luozero, Kimas]. *Materialy po gidrologii (limnologii) Karelii* [Mat. on hydrology (limnology) of Karelia]. Petrozavodsk: Gosizdat KASSR, 1959. P. 66–113.

*Materialy inventarizatsii prirodnykh kompleksov i ekologicheskoe obosnovanie natsional'nogo parka "Kaleval'skii"* [Materials on inventory of natural complexes and ecological basis of the Kalevalsky National Park]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1998. 44 p.

*Megarran E.* Ekologicheskoe raznoobrazie i ego izmerenie [Ecological diversity and its measuring]. Moscow: Mir, 1992. 184 p.

*Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii. T. 2. Zoobentos* [The key to zooplankton and zoobenthos of fresh waters of the European Russia. Vol. 2. Zoobenthos]. Moscow; St. Petersburg: T-vo nauch. izd. KMK, 2016. 457 p.

*Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 3. Paukoobraznye i nizshie nasekomye* [The key to freshwater invertebrates in Rus-

sia and adjacent territories. Vol. 3. Arachnids and the lower insects]. St. Petersburg: Nauka, 1997. 440 p.

*Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 4. Vysshie nasekomye. Dvukrylye* [The key to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories. Vol. 4. Higher insects. Diptera]. St. Petersburg: Nauka, 1999. 1000 p.

*Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 5. Vysshie nasekomye (rucheiniki, cheshuekrylye, zhestkokrylye, setchatokrylye, bol'shekrylye, pereponchatokrylye)* [The key to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories. Vol. 5. Higher insects. Trichoptera, Lepidoptera, Coleoptera, Neuroptera, Macroptera, Hymenoptera]. St. Petersburg: Nauka, 2001. 836 p.

*Petkevich A. N., Ioganzen B. G.* Perspektivy rybnogo khozyaistva Verkhnei Obi v svyazi s gidrostroytel'stvom [Prospects of fish industry of the Upper Ob in view of hydrological construction]. *Izv. Vsesoyuz. Nil ozer. i rech. ryb. khoz-va* [Bull. of the All-Union Res. Inst. of Lake and River Fishery]. 1958. Iss. 44. P. 5–28.

*Poverkhnostnye vody Kaleval'skogo raiona i territorii Kostomukshi v usloviyakh antropogennogo vozdeistviya* [Surface waters of Kalevala District and Kostomuksha area under human impact]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2001. 168 p.

*Potapova O. I.* Oz. Nyukozero [Lake Nyukozero]. *Ozera Karelii: Priroda, ryby i rybnoe khozyaistvo* [Lakes of Karelia: Nature, fish, and fishery]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1959. P. 520–525.

*Protasov A. A.* Presnovodnyi perifiton [Freshwater periphyton]. Kiev: Naukova dumka, 1994. 308 p.

*Ryabinkin A. V.* Donnye biotsenozy verkhnego techeniya reki Kem' [Bottom biocenoses of the upper stream of the Kem River]. *Tez. dokl. 3-i resp. konf. po probl. rybokhoz. issled. vnutr. vodoemov Karelii (26–28 apr. 1983 g.)* [Abs. 3<sup>rd</sup> Rep. conf. on res. on fishery probl. of inland water bodies of Karelia (April 26–28, 1983)]. Petrozavodsk.: Karel. fil. AN SSSR, 1983. P. 58–60.

*Ryabinkin A. V.* Donnye biotsenozy vodoemov zony zatopleniya Beloporozhskogo vodokhranilishcha (proektiruemogo) [Bottom biocenoses of water bodies within the area of the future Beloporozhsky reservoir flood]. *Sovr. rezhim prirod. vod bas. r. Kemi* [Current regime of nat. waters of the Kem River basin]. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR, 1989. P. 213–219.

*Ryabinkin A. V.* Fauna donnykh bespozvonochnykh basseina r. Kemi [Fauna of bottom invertebrates of the Kem River basin]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. Petrozavodsk, 2008. Iss. 12. P. 134–145.

*Ryabinkin A. V., Khazov A. R.* Sovremennoe sostoyanie i osobennosti raspredeleniya donnoi fauny ozer Kuito [Current state and peculiarities of bottom fauna distribution in Lake Kuito]. *Sovr. rezhim prirod. vod bas. r. Kemi* [Current regime of nat. waters of the Kem River basin]. Petrozavodsk, 1989. P. 109–121.

*Ryabinkin A. V., Khazov A. R.* Dinamika bentotsenozov ozer sistemy r. Kenti [Biocenoses dynamics of the Kenti River system]. *Vliyanie tekhnogennykh vod gorno-obogatitel'nogo kombinata na vodoemy sistemy reki Kenti* [Technogenic water impact of the mining and processing plant on water bodies of the Kenti River system]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1995. P. 87–93.

Sharapova T. A. Zooperifiton vnutrennikh vodoemov Zapadnoi Sibiri [Zooperyphyton of inland waters of Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 2007. 167 p.

Shitikov V. K., Rozenberg G. S., Zinchenko T. D. Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoi identifikatsii [Quantitative hydroecology: methods of system identification]. Tol'yatti: IEVB RAN, 2003. 463 p.

Shubina V. N. Bentos lososevykh rek Urala i Timana [Benthos of salmon rivers of the Urals and the Timan]. St. Petersburg: Nauka, 2006. 401 p.

Shcherbina G. Kh. Vliyanie promyshlennykh stokov syrovarennoogo zavoda na strukturu makrozoobentosa maloi reki [Impact of industrial effluent of a cheese dairy on macrozoobenthos structure of a small river]. *Biol. vnutr. vod* [Inland Water Biol.]. 2005. No. 3. P. 98–103.

Tiunova T. M. Troficheskaya struktura soobshchestv bespozvonochnykh v ekosistemakh lososevykh rek yuga Dal'nego Vostoka [Trophic structure of invertebrate communities in ecosystems of salmon rivers in the southern Far East]. *Ekologiya* [Russ. J. Ecol.]. 2006. No. 6. P. 457–463.

Vereshchagin G. Yu. O dobyche perlamutra i zhemchuga v Karelii i Murmanskom krae [On the extraction of mother-of-pearl and pearls in Karelia and the Murmansk Region]. *Ozera Karelii* [Lakes of Karelia]. Leningrad: Izd. Borodin. biostantsii, 1930. P. 145–156.

Vlostov B. V. Biologiya zhemchuzhnitsy (*Margaritana margaritifera*) i problema ispol'zovaniya ee rakoviny kak perlamutrovogo syr'ya [Biology of the freshwater pearl mussel (*Margaritana margaritifera*) and the problem of using its shell as mother of pearl raw materials]. *Tr. Borodin. biol. stantsii* [Proceed. Borodinskaya Biol. Station]. 1934. Vol. 7, no. 2. P. 5–36.

Yakovlev V. A. Presnovodnyi zoobentos severnoi Fennoskandii (raznoobrazie, struktura i antropogennaya dinamika) [Freshwater zoobenthos of Northern Fennoscandia (diversity, structure, and anthropogenic dynamics)]. Apatity: KNTs RAN, 2005. Iss. 1. 161 p.; Iss. 2. 145 p.

Yankovskii A. V. Opredelitel' moshek (Diptera: Simuliidae) Rossii i sopredel'nykh territorii (byvshego SSSR) [A key to the black fly (Diptera: Simuliidae) of Russia and adjacent territories]. St. Petersburg: ZIN RAN, 2002. 570 p.

Zhadin V. I. Fauna rek i vodokhranilishch [Fauna of rivers and reservoirs]. Moscow, Leningrad: AN SSSR, 1940. 991p.

Zhuikova L. I. Fauna donnykh bespozvonochnykh reki Beloi (o. Sakhalin) [Fauna of bottom invertebrates of the Belaya river (Sakhalin island)]. *Issled. po biol. ryb*

*i promyslovoi okeanografii* [Res. on fish biol. and commercial oceanology]. Vladivostok. 1973. No. 4. P. 70–83.

Zvereva O. S. Osobennosti biologii glavnykh rek Komi ASSR v svyazi s istoriei ikh formirovaniya [Features of biology of the main rivers in the Komi ASSR in view of their formation history]. Leningrad: Nauka, 279 p.

De Jong Y., Verbeek M., Michelsen V., Bjørn P., Los W., Steeman F., Bailly N., Basire C., Chylarecki P., Stloukal E., Hagedorn G., Wetzel F., Glöckler F., Kroupa A., Korb G., Hoffmann A., Häuser C., Kohlbecker A., Müller A., Güntsch A., Stoev P., Penev L. Fauna Europaea – all European animal species on the web. *Biodiversity Data Journal*. 2014. 2: e4034. doi: 10.3897/BDJ.2. e4034

*Ecosystems, fauna and flora of the Finnish-Russian Nature Reserve Friendship*. Finnish Environment Institute, Helsinki, 1997. 364 p.

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001. 4(1). 9 p.

Hoffsten P. Distribution of filter-feeding caddisflies (Trichoptera) and plankton drift in a Swedish lake-outlet stream. *Aquatic Ecology*. 1999. Vol. 33, no. 4. P. 377–386.

Huxley T. Provisional atlas of the British aquatic bugs (Hemiptera, Heteroptera). Huntingdon, Centre for Ecology and Hydrology Biological records Centre, 2003. 118 p.

Khrennikov V. V., Baryshev I. A., Shustov U. A., Pavlov V. N., Ilmast N. V. Zoobenthos of salmon rivers in the Kola Peninsula and Karelia (north east Fennoscandia). *Ecohydrology and Hydrobiology*. 2007. Vol. 7, no. 1. P. 71–77.

Kuusela K. Virtaluteen Aphelocheirus aestivalis (Heteroptera, Aphelocheiridae) phojoinen löytö Pudasjärveltä [Northerly record of Saucer Bug, Aphelocheirus aestivalis, from Pudasjärvi, Finland]. *Sahlbergia*. 1994. Vol. 1. P. 30–32.

Richardson J. S., Mackay R. J. Lake outlets and the distribution of filter feeders: an assessment of hypotheses. *Oikos*. 1991. Vol. 62, no. 3. P. 370–380.

Sladeczek V. System of water quality from the biological point of view. *Arch. Hydrobiol. Ergeb. Limnol*. 1973. Vol. 7. 218 p.

Vannote R. L., Minshall G. W., Cummins K. W., Sedell I. R., Cushing C. E. The river continuum concept. *Can. J. Fish. Aquat. Sci.* 1980. Vol. 37, no. 1. P. 130–137.

Received January 23, 2018

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

### Барышев Игорь Александрович

старший научный сотрудник, к. б. н.  
Институт биологии КарНЦ РАН,  
Федеральный исследовательский центр  
«Карельский научный центр РАН»  
ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия,  
Россия, 185910  
эл. почта: i\_baryshev@mail.ru  
тел.: (8142) 561679

## CONTRIBUTOR:

### Baryshev, Igor

Institute of Biology, Karelian Research Centre,  
Russian Academy of Sciences  
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia  
e-mail: i\_baryshev@mail.ru  
tel.: (8142) 561679