

УДК 574.632 (282.247.211.5)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ЗООПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА ПЛЕСОВОГО УЧАСТКА РЕКИ СУНА (БАССЕЙН ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА) ПОСЛЕ ЛЕСОСПЛАВА И ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА

И. А. Барышев, Я. А. Кучко

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

На основе собственных материалов проанализировано состояние экосистемы реки Суна на участке замедленного течения между двумя порогами, расположенном в пределах заповедника «Кивач». Выявлены таксономический состав и обилие зоопланктона и зообентоса, определены показатели разнообразия и сапробности. Несмотря на последствия хозяйственной деятельности в виде слоя коры на дне и четырехкратного снижения объема стока, состояние планктона и бентоса в настоящее время можно оценить в целом как стабильное, сходное с таковым в других реках региона. Однако оценка качества воды указывает на умеренное органическое загрязнение, что обуславливает необходимость организации мониторинга.

Ключевые слова: трофический статус; сапробность; заповедник «Кивач»; загрязнение; мониторинг.

I. A. Baryshev, Ya. A. Kuchko. CURRENT STATE OF ZOOPLANKTON AND ZOOBENTOS IN A POOL STRETCH OF THE SUNA RIVER (LAKE ONEGO CATCHMENT) AFTER A PERIOD OF TIMBER RAFTING AND ALTERATION OF THE HYDROLOGICAL REGIME

Based on our own materials, we analyzed the state of the ecosystem of the Suna River in a sluggish flow stretch between two rapids, located within the Kivach Strict Nature Reserve. The taxonomic composition and abundance of zooplankton and zoobenthos were revealed, diversity and saprobity indices were determined. Despite the consequences of economic activity in the form of a layer of bark covering the bottom and a fourfold decrease in the flow volume, the current state of plankton and benthos can be described as stable, similar to that in other rivers in the region. However, an assessment of water quality indicates moderate organic pollution, which makes monitoring necessary.

Keywords: trophic status; saprobity; Kivach strict nature reserve; pollution; monitoring.

Введение

Река Суна – одна из крупных рек Карелии, длина составляет 280 км, площадь бассейна –

7670 км². В среднем течении она пересекает территорию заповедника «Кивач» и питает водой одноименный водопад, имеющий большое туристическое значение. Суна протекает

по пересеченному ландшафту, в русле пороги чередуются с плесами и проточными озерами, формируя характерную для региона систему со ступенчатым профилем.

В XX веке река претерпела ряд значительных воздействий со стороны человека. Большое влияние оказал сплав леса (1930–70-е гг.): пороги были углублены, дно плесов оказалось под толстым слоем коры и утонувших бревен [Смирнов, 2006]. Не менее существенно повлияло на биоту реки искусственное изменение стока, произведенное в 50-х годах прошлого века. В результате работ нижнее течение реки оказалось фактически изолированным от верхнего, участок русла реки длиной 63 км от устья до Гирвасской плотины стал представлять отдельную реку с площадью водосбора 1830 км², именуемую Нижняя Суна, а объем стока через водопад Кивач снизился в 4 раза – с 16 до 4 м³/с [Оценка..., 2003; Попова, Сухов, 2013]. До настоящего времени неизвестно, как снижение объема стока повлияло на экосистемы реки.

В литературе есть сведения об удовлетворительном современном состоянии экосистем порогов, где наблюдается восстановление сообществ зообентоса, перифитона и ихтиофауны [Смирнов, 2006; Комулайнен и др., 2011]. Однако подробных исследований плесовых участков реки до сих пор не проводили и сведения о состоянии зообентоса, зоопланктона и других компонентов водных экосистем отсутствуют. Вместе с тем плесы отличаются меньшей проточностью, накопленные на дне кора и бревна сохраняются длительное время. Кроме того, многократное снижение расхода воды могло привести в экосистемы крупных плесов черты проточных озер. Настоящее исследование проведено с целью определить современное состояние экосистемы крупного плеса реки Суна, проследить последствия лесосплава и изменения, вызванные снижением объема стока.

Материалы и методы

Количественные пробы зообентоса (14) и зоопланктона (20) отбирали 25–26 июля 2016 и 28 июля 2017 гг. на плесовом участке реки Суна, расположенном ниже водопада Кивач. Длина плеса составляет 1,9 км, ширина 70–80 м. Выше и ниже по течению этот участок ограничен порогами. Прибрежная зона (рипаль) относительно узкая, крутой склон заканчивается на расстоянии 6–7 м от берега. Центральная часть русла (медаль) характеризуется скоростью течения от 0,005 до 0,150 м/с. В поперечном профиле срединная зона с быстрым

течением выражена слабо. Глубина составляет преимущественно 2,5–3,0 м. Наиболее глубокое место (5 м) расположено в 370 метрах ниже начала плеса по течению. Представители высшей водной растительности (*Nuphar lutea*, *Nymphaea candida*, *Potamogeton perfoliatus*) произрастают преимущественно вдоль берегов, а в нижней части плеса – по всей площади поперечного сечения.

Для отбора проб зообентоса использовали дночерпатель ДАК-250 площадью 0,025 м², собирая по два подъема на пробу [Руководство..., 1983]. Фиксацию проводили этиловым спиртом. В лаборатории организмы изымали из пробы, определяли по возможности до вида, просчитывали и взвешивали с точностью 0,1 мг. Пробы зоопланктона в русловой части отбирали планктоботометром Руттнера объемом 2 л, при этом облавливали все слои воды (поверхность – дно) с интервалом в 1 м с трехкратной повторностью [Руководство..., 1992]. Затем пробы процеживали через планктонную сеть с размером ячеек 0,064 мм, концентрировали до 100 мм³ и фиксировали 4% формалином. На литоральных станциях на глубинах до 1 м применяли процеживание 50 л воды через планктонную сеть, а также использовали качественные смывы фитофильных видов с нижней поверхности плавающих листьев макрофитов. Биомассу зоопланктона определяли расчетным методом [Балушкина, Винберг, 1979]. При определении использовали ряд руководств [Кутикова, 1970; Определитель..., 1997, 1999, 2001, 2010, 2016]. В таблицах после знака «±» приведено стандартное отклонение.

Результаты

Состояние русла. В русле реки выявлены участки с различным характером грунта – от каменистого в верхней, примыкающей к порогу части до глинистого и илистого. В ходе исследований установлено, что дно медиали до настоящего времени покрыто существенным слоем (более 20 см на отдельных участках) фрагментированной коры хвойных деревьев. Вместе с тем участки дна в зонах повышенного течения в начале и конце плеса, а также на прибрежном склоне в рипали практически свободны от подобных последствий лесосплава.

Зоопланктон. В составе зоопланктона было отмечено 17 видов планктонных колероваток и ракообразных (табл. 1). Из них Rotifera – 4 вида (23 % от общего числа), Cyclopiiformes – 3 вида (18 %) и Cladocera – 10 видов (59 %). По географическому распространению преобладают космополитные (56 %) и го-

Таблица 1. Видовой состав и встречаемость видов зоопланктона р. Суна (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Table 1. Zooplankton species composition and species occurrence in the Suna River (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Таксон Taxon	Встречаемость Occurrence
Тип/Division Rotifera	
Класс/Class Eurotatoria	
Отряд/Order Saepitiramide	
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	*
<i>Ploesoma hudsoni</i> (Imhof, 1891)	+
Отряд/Order Transversiramide	
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	*
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	+++
Тип/Division Arthropoda	
Класс/Class Maxillopoda	
Отряд/Order Cyclopiformes	
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	+++
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+
<i>Cyclops strenuus strenuus</i> Fisher, 1851	*
Класс/Class Branchiopoda	
Отряд/Order Ctenopoda	
<i>Sida crystallina</i> (O. F. Muller, 1776)	*
Отряд/Order Anomopoda (Sars, 1865)	
<i>Daphnia cristata</i> Sars, 1862	++
<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> (O. F. Muller, 1785)	++
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O. F. Muller, 1776)	*
<i>Pleuroxus truncatus</i> (O. F. Muller, 1875)	*
<i>Drepanothrix dentata</i> (Euren, 1861)	*
<i>Chydorus sphaericus</i> (O. F. Muller, 1785)	+
<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> (O. F. Muller, 1785)	+++
<i>B. (Eubosmina) coregoni</i> Baird, 1857	*
Отряд/Order Onychopoda (Sars, 1865)	
<i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	+
Всего видов Total	17

Примечание. Встречаемость: (+++) – вид широко распространен (> 50 % проб); (++) – вид обычен (25–50 % проб); (+) – вид редок (< 25 % проб); * – случайные находки.

Note. Occurrence: (+++) – prevalent species (> 50 % samples); (++) – common species (25–50 % samples); (+) – rare species (< 25 % samples); * – sporadic occurrence.

ларктические (23 %) виды. По экологической классификации до 80 % от числа видов ракообразных можно отнести к прибрежным фитофильным и придонно-бентическим формам, индикаторам мезосапробных условий и эврибионтам: *Bosmina longirostris*, *Sida crystallina*, представители сем. *Chydoridae*. Число доминирующих видов очень невелико, почти 100 % численности и биомассы формируют два вида рода *Bosmina*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Daph-*

nia cristata. Представители отряда Calaniformes в пробах отсутствовали.

Средние количественные показатели летнего зоопланктона исследованного участка реки представлены в табл. 2. Достоверных различий в показателях обилия и видового разнообразия зоопланктона между верхней и нижней частями плеса, а также между центральной и прибрежной зонами нами не выявлено.

Оценка качества воды по системе сапробности показала, что река имеет слабозагрязненные воды. В соответствии с существующей классификацией [Китаев, 2007] исследованный участок р. Суна можно охарактеризовать как олиготрофный со средней биомассой зоопланктона до 1 г/м³. Основные структурные показатели зоопланктона приведены в табл. 3.

Зообентос. В составе зообентоса выявлено 44 вида. Из них Porifera – 1 вид, Annelida – 2 вида, Mollusca – 11 видов и Arthropoda – 30 видов. Членистоногие преимущественно представлены насекомыми Insecta – 28 видов. Преобладают палеарктические виды транспалеарктического (26 %), европейского (17 %) и европейско-сибирского (13 %) распространения. Таксономический состав зообентоса приведен в табл. 4. Обилие зообентоса варьировало в широких пределах от 0,06 до 2,72 тыс. экз./м² и от 0,1 до 1370,4 г/м². Биомассу в значительной степени определяли крупные представители двусторчатых моллюсков сем. Unionoidea, превышающие в 80 раз (в среднем) остальной зообентос по этому показателю. Скопления крупных Bivalvia (до 120 экз./м² и 1370 г/м²) были приурочены к участкам медиали в верхней части плеса. Из-за тотального доминирования по биомассе этих беспозвоночных на отдельных станциях в данной работе мы рассматриваем их отдельно. Без учета моллюсков сем. Unionoidea биомасса варьировала от 0,1 до 10,5 г/м², основу зообентоса формировали личинки Chironomidae по численности и Chironomidae и Odonata по биомассе (табл. 5).

Выявленные значения индекса сапробности указывают на слабое загрязнение вод, водоток можно характеризовать как β-мезосапробный. Значение индекса Шеннона, отражающее видовое разнообразие зообентоса, близко к таковому, выявленному для зоопланктона. Основу биомассы формируют небольшое количество видов. Основные структурные показатели зообентоса приведены в табл. 6.

При сопоставлении показателей зообентоса на участках дна, покрытых корой и свободных от нее, нами не выявлено достоверных различий в численности, биомассе, индексах Шеннона и сапробности.

Таблица 2. Средние количественные показатели зоопланктона р. Суна (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Table 2. The average quantitative indices of the zooplankton in the Suna River (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Таксон Taxon	Численность Abundance		Биомасса Biomass	
	тыс. экз./м ³ ths. spcm./m ³	%	г/м ³ g/m ³	%
Rotifera	0,04	1,1	< 0,001	< 0,1
Cladocera	3,57	96,6	0,145	98,6
Cyclopiformes	0,09	2,3	0,002	1,3
Всего Total	3,70		0,147	

Таблица 3. Структурные показатели зоопланктона р. Суна (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Table 3. Structural indices of the zooplankton in the Suna River (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Показатель Index	Значение Value
Число видов в пробе S _{пр} Number of species in S _{пр} sample	6,8 ± 1,90*
Индекс Шеннона (H _N) The Shannon Index (H _N)	1,5 ± 0,35
Индекс доминирования Бергера – Паркера I _{В/Р} The Berger – Parker Dominance Index I _{В/Р}	0,4 ± 0,11
Индекс сапробности по Пантле и Бук The Pantle – Buck Saprobity Index	1,4 ± 0,22
Средняя численность (min – max), тыс. экз./м ³ Average abundance (min – max), ths. spcm./m ³	3,7 (1,05–22,90)
Средняя биомасса (min – max), г/м ³ Average biomass (min – max), g/m ³	0,15 (0,033–0,912)
Доминирующий комплекс (более 5 % по биомассе) Dominant complex (more than 5 % by biomass)	<i>Bosmina (Bosmina) longirostris</i> <i>Ceriodaphnia quadrangula</i>
Типизация водотока Watercourse typification	Олиготрофный, олигосапробный Oligotrophic, oligosaprobic

Примечание. *Приведено стандартное отклонение.

Note. *The standard deviation is given.

Обсуждение

Преобладание каменистых грунтов в зоне быстрого течения, а также илов и глины на участках с замедленной водой в целом характерно для плесов рек Восточной Фенно-скандии. К последствиям лесосплава можно отнести толстый слой коры хвойных деревьев, покрывающий дно медиали. Содержащийся в ней комплекс веществ препятствует быстрому разложению, что обуславливает долговременный эффект этого фактора.

Как известно, показатели обилия и таксономический состав речного зоопланктона напрямую связаны с гидрологическими особенностями реки, скоростью течения воды и степенью озерности ее бассейна [Экосистема..., 2007]. Основной планктический комплекс формируют виды, поступающие из проточных и истоковых озер. Как правило, на участках реки с высокой скоростью течения отмечается резкое падение показателей обилия и видового разнообразия

планктеров [Круглова, 1978; Комулайнен и др., 1989]. Также к существенным колебаниям видового состава и количественных показателей планктонной фауны приводят гидрологические и метеорологические условия года, определяющие величину стока рек [Лазарева, 2010].

Сравнение наших данных с результатами исследований, проводимых ранее в озерно-речной системе Суна [Филимонова, Белоусова, 1988; Комулайнен и др., 2011], показывает значительное сходство видового состава, доминирующих видов и уровня количественного развития планктонной фауны на протяжении нескольких последних десятилетий. Общими закономерностями являются обедненность видового состава и показателей обилия руслового зоопланктона по сравнению с озерными участками, а также высокая степень доминирования нескольких таксонов в образовании численности и биомассы. Таким образом, несмотря на относительно малую проточность плеса, в том числе вследствие четырехкратного сни-

Таблица 4. Видовой состав зообентоса рипали и медиали р. Суна (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Table 4. The species composition of zoobenthos in the riparian zone and channel of the Suna River (25–26.07.2016, 28.07.2017)

	Медиаль Channel	Рипаль Riparian		Медиаль Channel	Рипаль Riparian
Тип/Division Porifera			<i>Odonata</i> spp.		
<i>Spongilla lacustris</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	Отряд/Order Coleoptera		
Тип/Division Annelida			<i>Hydrophilus</i> sp.		
Отряд/Order Nematoda			Отряд/Order Megaloptera		
<i>Uncinails uncinata</i> (Ørsted, 1842)	+	–	<i>Sialis lutaria</i> (Linnaeus, 1758)		
Отряд/Order Enchytraeida			<i>S. sordida</i> Klingstedt, 1933		
<i>Peloscolex ferox</i> (Eisen, 1879)	–	+	Отряд/Order Neuroptera		
Тип/Division Mollusca			<i>Sisyra nigra</i> (Retzius, 1783)		
Класс/Class Gastropoda			Отряд/Order Trichoptera		
<i>Bathymphalus</i> sp.	–	+	<i>Neureclipsis bimaculata</i> (Linnaeus, 1758)		
<i>Planorbis</i> sp.	–	+	Отряд/Order Diptera		
<i>Segmentina</i> sp.	–	+	Сем./Family Ceratopogonidae sp.		
Класс/Class Bivalvia			Сем./Family Chironomidae		
Отряд/Order Unionoida			<u>Подсемейство/Subfamily Tanypodinae</u>		
<i>Anodonta cygnea</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	<i>Clinotanypus</i> sp.		
<i>Unio pictorum</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	<i>Procladius (Holotanypus)</i> sp.		
<i>U. tumidus</i> Retzius, 1788	–	+	Tanypodinae sp.		
Отряд/Order Veneroida			<i>Tanypus</i> sp.		
<i>Euglesa (Cyclocalyx) lapponica</i> (Clessin in Westerlund, 1873)	–	+	<u>Подсемейство/Subfamily Orthoclaadiinae</u>		
<i>E. (Henslowiana) henslowiana</i> (Sheppard, 1825)	–	+	<i>Heterotrissocladus subpilosus</i> group		
<i>E. (Henslowiana) lilljeborgii</i> Clessin in Esmarket Hoyer, 1886	–	+	<i>Psectrocladius (P.) simulans</i> (Johannsen, 1937)		
<i>E. (Pseudeupera) subtruncata</i> (Malm, 1855)	–	+	<u>Подсемейство/Subfamily Chironominae</u>		
<i>Pisidium amnicum</i> (Müller, 1774)	–	+	<i>Chironomus</i> sp.		
Тип/Division Arthropoda			<i>Cladopelma goetghebueri</i> Spies & Saether, 2004		
Класс/Class Arachnida			<i>Fleuria lacustris</i> Kieffer, 1924		
Отряд/Order Trombidiformes			<i>Harnischia curtilamellata</i> (Malloch, 1915)		
<i>Hydracarina</i> sp.	–	+	<i>Microchironomus tener</i> (Kieffer, 1918)		
Класс/Class Entognatha			<i>Microtendipes pedellus</i> (De Geer, 1776)		
<i>Diplura</i> sp.	+	–	<i>Polypedilum convictum</i> group		
Класс/Class Insecta			<i>P. nubeculosum</i> group		
Отряд/Order Ephemeroptera			<i>P. scalaenum</i> group		
<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)	–	+	<i>Tanytarsus</i> sp.		
<i>Cloeon</i> sp.	–	+	<i>Tribelos intextus</i> (Walker, 1856)		
<i>Ephemera vulgata</i> Linnaeus, 1758	+	+	Всего		
Отряд/Order Odonata			Total		
<i>Gomphus vulgatissimus</i> Linnaeus, 1758	+	–	20		
			34		

жения объема стока, структура зоопланктона до настоящего времени соответствует речной и не имеет черт озерной.

Видовой состав зообентоса (44 вида) беден относительно фауны донных беспозвоночных других рек региона. Так, в порожистых реках Республики Карелия ранее выявляли от 64 до 92 таксонов [Барышев, 2018, 2019]. Вероятно, это связано с тем, что настоящее исследование ох-

ватывает только плес, в то время как значительное разнообразие наблюдается в зообентосе порогов. Так, для плесов р. Кемь было выявлено меньшее число видов – 32 [Барышев, 2018].

В р. Суна наименьшее число таксонов (20) выявлено нами в зообентосе медиали, несмотря на то что рипаль значительно уступает ей по площади. Таксономическое разнообразие зообентоса (индекс Шеннона) значительно

Таблица 5. Численность и биомасса основных таксономических групп в зообентосе плеса р. Суна (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Table 5. The abundance and biomass of the main taxonomic groups in the zoobenthos of the reach of the Suna River (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Таксон Taxon	Численность Abundance		Биомасса Biomass	
	тыс. экз./м ² ths. spcm./m ²	%	г/м ³ g/m ³	%
Oligochaeta	0,01	3,1	0,04	1,9
Bivalvia	0,01	2,5	0,13	6,0
Gastropoda	0,04	9,4	0,10	4,7
Hydracarina	0,01	3,1	0,02	0,8
Ephemeroptera	0,02	4,7	0,21	9,6
Trichoptera	< 0,01	0,3	< 0,01	0,1
Odonata	< 0,01	0,9	0,67	31,3
Megaloptera	0,01	2,5	0,24	11,0
Chironomidae	0,33	71,8	0,73	34,1
Прочие насекомые Other insects	0,01	1,6	0,01	0,6
Всего Total	0,46		2,15	

выше (табл. 6), чем выявленное ранее для плесов р. Кемь ($1,1 \pm 0,15$), расположенной севернее [Барышев, 2018]. Обилие макрозообентоса можно оценить как обычное для плесов рек Восточной Фенноскандии [Рябкин, 1983; Барышев, 2018]. В ходе исследований выявлено относительно высокое значение индекса сапробности ($2,4 \pm 0,44$), указывающее на поступление в водоток органических веществ. Ранее для рек региона нами были установлены фоновые значения в $1,61 \pm 0,161$, что намного ниже, чем в р. Суна [Барышев, 2016]. Одним из воз-

можных источников загрязнения является форелевое хозяйство, функционирующее в оз. Сундозеро с 1989 г. Эвтрофированию подвергается не только озеро, но и вытекающая из него река Суна, в том числе и участок в заповеднике «Кивач».

Обращает на себя внимание незначительное влияние коры хвойных деревьев на обилие и видовое разнообразие зообентоса. Вероятно, это связано с тем, что на дне плесов накопление растительных остатков, в том числе и коры хвойных деревьев, происходит и в естественных условиях. Отсутствие отрицательного влияния подобных последствий сплава древесины отмечали и ранее. Так, было показано, что в р. Средняя Печора на участках с корой, оставшейся после лесосплава, зообентос был даже разнообразнее и отличался повышенной биомассой по сравнению с зообентосом в остальном русле со смешанными песками [Зверева, 1969].

Заключение

Современное состояние экосистемы крупного плеса реки Суна, находящегося ниже водоппада Кивач, можно оценить как стабильное. Несмотря на слой коры хвойных деревьев, оставшийся после лесосплава, и вчетверо сниженный объем стока, структура зоопланктона и зообентоса вполне соответствует таковой в других реках региона. Оценка качества воды указывает на умеренное органическое загрязнение, что обуславливает необходимость мониторинга, принимая во внимание природоохранный статус территории.

Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального

Таблица 6. Структурные показатели зообентоса плеса р. Суна (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Table 6. Structural indices of the zoobenthos in the Suna River (25–26.07.2016, 28.07.2017)

Показатель Index	Значение Value
Число видов в пробе S_{np} Number of species in S_{np} sample	$6,7 \pm 2,94$
Индекс Шеннона (H_N) The Shannon Index (H_N)	$1,5 \pm 0,54$
Индекс сапробности по Пантле и Бук The Pantle – Buck Saprobity Index	$2,4 \pm 0,44$
Средняя численность (min – max), тыс. экз./м ² Average abundance (min – max), ths. spcm./m ²	0,46 (0,06–2,72)
Средняя биомасса (min – max), г/м ² Average biomass (min – max), g/m ²	2,15 (0,06–10,5)
Доминирующий комплекс (более 5 % по биомассе) Dominant complex (more than 5 % by biomass)	<i>Anodonta cygnea</i> , <i>Gomphus vulgatissimus</i> , <i>Procladius (Holotanypus) sp.</i> , <i>Microtendipes gr. pedellus</i>
Типизация водотока Watercourse typification	β -мезосапробный β -mesosaprobic

бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН (0218-2019-0081).

Авторы глубоко признательны А. А. Фролову (ММБИ) за видовое определение моллюсков надсемейства *Pisidioidea* (*Bivalvia*) и О. В. Фоминой (заповедник «Кивач») за помощь в организации полевых работ.

Литература

Балушкина Е. В., Винберг Г. Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л.: ЗИН АН СССР, 1979. С. 58–79.

Барышев И. А. Зообентос реки Кемь, бассейн Белого моря (состав, обилие и трофическая структура) // Труды КарНЦ РАН. 2018. № 10. С. 70–83. doi: 10.17076/есо908

Барышев И. А. Зообентос водотоков бассейна реки Ковда (состав, обилие, оценка разнообразия и сапробности) // Труды Института биологии внутренних вод РАН. 2019. № 85(88). С. 59–68. doi: 10.24411/0320-3557-2019-10005

Барышев И. А. Особенности использования индекса сапробности по макрозообентосу для оценки качества вод в реках бассейнов Онежского и Ладожского озер // Водные ресурсы: изучение и управление: Материалы V Междунар. конф. молодых ученых. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2016. С. 8–15.

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

Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 390 с.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Хренников В. В., Широков В. А. Методические рекомендации по изучению гидробиологического режима малых рек. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1989. 41 с.

Комулайнен С. Ф., Круглова А. Н., Барышев И. А., Сластина Ю. Л. Структура гидробиоценозов некоторых водоемов заповедника «Кивач» // Тр. Гос. природ. заповедника «Кивач». Вып. 5. Петрозаводск, 2011. С. 155–165.

Круглова А. Н. Зоопланктон притоков Онежского озера // Лососевые нерестовые реки Онежского озера. Л.: Наука, 1978. С. 32–41.

Кутикова Л. А. Коловратки фауны СССР (*Rotatoria*). Л.: Наука, 1970. 744 с.

Лазарева В. И. Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища / Под ред. А. И. Копылова. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 183 с.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В. Р. Алексеева, С. Я. Цалолихина. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.

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

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

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

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

Оценка современного состояния гидрологического режима реки Суна. Петрозаводск: Карельский ЦГМС, 2003. 19 с.

Попова Э. К., Сухов А. В. Изменение видового состава ихтиофауны водоемов заповедника «Кивач» под влиянием антропогенных факторов // Труды Гос. природ. заповедника «Кивач». Вып. 6. Петрозаводск, 2013. С. 120–132.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / Под ред. В. А. Абакумова. Л.: Гидрометеиздат, 1983. 240 с.

Рябинкин А. В. Донные биоценозы верхнего течения р. Кеми // Тезисы докл. 3-й республиканской конференции по проблеме рыбохозяйственных исследований внутренних водоемов Карелии. Петрозаводск: Кар. фил. АН СССР, 1983. С. 58–60.

Смирнов Ю. А. Из опыта рекультивации нерестово-выростных угодий озерной формы атлантического лосося (*Salmo salar* L.) в останце реки Суна после молевого лесосплава // Труды Гос. природ. заповедника «Кивач». Вып. 3. Петрозаводск, 2006. С. 127–138.

Филимонова З. И., Белоусова Н. А. О микрофауне болотных водоемов заповедника «Кивач» // Проблемы заповедного дела. 1988. № 2. С. 178–200.

Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды / Под ред. А. В. Крылова, А. А. Боброва. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2007. 372 с.

Поступила в редакцию 06.09.2019

References

Balushkina E. V., Vinberg G. G. Zavisimost' mezhdudlinoi i massoi tela planktonnykh rakoobraznykh [The relationship between the length and body mass of plankton Crustacea]. *Ekspierimental'nye i*

polevye issled. biol. osnov produktivnosti ozer [Experimental and field study of biol. fundamentals of lake production]. Leningrad: ZIN AN SSSR, 1979. P. 58–79.

Baryshev I. A. Zoobentos reki Kem', bassein Belogo morya (sostav, obilie i troficheskaya struktura) [Zoobenthos of the Kem River, White Sea drainage basin (composition, abundance, and trophic structure)]. *Trudy KarNTs RAN* [Trans. KarRC RAS]. 2018. No. 10. P. 70–83. doi: 10.17076/eco908

Baryshev I. A. Zoobentos vodotokov basseina reki Kovda (sostav, obilie, otsenka raznoobraziya i saprobnosti) [Zoobenthos in the watercourses of the Kovda River basin (composition, abundance, assessment of diversity and saprobity)]. *Trudy Inst. biol. vnutr. vod RAN* [Proceed. IBIW RAS]. 2019. No. 85(88). P. 59–68. doi: 10.24411/0320-3557-2019-10005

Baryshev I. A. Osobennosti ispol'zovaniya indeksa saprobnosti po makrozoobentosu dlya otsenki kachestva vod v rekakh basseinov Onezhskogo i Ladozhskogo ozer [Features of macrozoobenthos saprobity index use for water quality assessment in the rivers of the Lakes Onega and Ladoga basins]. *Mat. V Mezhd. konf. molod. uchenykh "Vodnye resursy: izuchenie i upravlenie"* [Proceed. V int. conf. young scientists *Water resources: Research and management*]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2016. P. 8–15.

Ekosistema maloi reki v izmenyayushchikhsya usloviyakh sredy [Small river ecosystem affected by changing environmental conditions]. Eds. A. V. Krylov, A. A. Bobrov. Moscow: KMK, 2007. 372 p.

Filimonova Z. I., Belousova N. A. O mikrofaune bolotnykh vodoemov zapovednika "Kivach" [On the microfauna of marsh water bodies in the Kivach Nature Reserve]. *Probl. zapoved. dela* [Issues of Reserve Management]. 1988. No. 2. P. 178–200.

Kitaev S. P. Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ikhtiologov [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 2007. 390 p.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Khrennikov V. V., Shirokov V. A. Metodicheskie rekomendatsii po izucheniyu gidrobiologicheskogo rezhima malyykh rek [Guidelines for studying hydrobiological regime of small rivers]. Petrozavodsk: KarRC RAS, 1989. 41 p.

Komulainen S. F., Kruglova A. N., Baryshev I. A., Slastina Yu. L. Struktura gidrobiotsenozov nekotorykh vodoemov zapovednika "Kivach" [Structure of hydrobiocenoses in several water bodies of the Kivach Nature Reserve]. *Tr. Gos. prirod. zap. "Kivach"* [Proceed. Kivach Nat. Reserve]. Petrozavodsk, 2011. Iss. 5. P. 155–165.

Kruglova A. N. Zooplankton pritokov Onezhskogo ozera [Zooplankton of the Lake Onega tributaries]. *Lososevye nerestovye reki Onezhskogo ozera* [Salmon spawning streams of Lake Onega]. Leningrad: Nauka, 1978. P. 32–41.

Kutikova L. A. Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria) [Rotifers of the fauna of the USSR (Rotatoria)]. Leningrad: Nauka, 1970. 744 p.

Lazareva V. I. Struktura i dinamika zooplanktona Rybinskogo vodokhranilishcha [Structure and dynamics of zooplankton in the Rybinsk reservoir]. Ed. A. I. Kopylova. Moscow: KMK, 2010. 183 p.

Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii. T. 1. Zooplankton [The key to zooplankton and zoobenthos of fresh waters of the Euro-

pean Russia. Vol. 1. Zooplankton]. Eds. V. R. Alekseev, S. Ya. Tsalolikhin. Moscow: KMK, 2010. 495 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]. Eds. V. R. Alekseeva, S. Ya. Tsalolikhina. Moscow; St. Petersburg: KMK, 2016. 457 p.

Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii. T. 3. Paukoobraznye i nizshie nasekomye [The key to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories. Vol. 3. Arachnids and the lower insects]. Ed. S. Ya. Tsalolikhin. 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]. Ed. S. Ya. Tsalolikhin. 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]. Ed. S. Ya. Tsalolikhin: St. Petersburg: Nauka, 2001. 836 p.

Otsenka sovremennogo sostoyaniya gidrologicheskogo rezhima reki Suna [Assessment of the current state of the hydrological regime of the Suna River]. Petrozavodsk: Karel'skii TsGMS, 2003. 19 p.

Popova E. K., Sukhov A. V. Izmenenie vidovogo sostava ikhtiofauny vodoemov zapovednika "Kivach" pod vliyaniem antropogennykh faktorov [Changes in the species composition of the ichthyofauna in the Kivach Reserve water bodies under man-induced impact]. *Tr. Gos. prirod. zap. "Kivach"* [Proceed. Kivach Nat. Reserve]. Petrozavodsk, 2013. Iss. 6. P. 120–132.

Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem [Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. Ed. V. A. Abakumov. St. Petersburg: Gidrometeoizdat, 1992. 318 p.

Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverkhnostnykh vod i donnykh otlozhenii [Guidelines for hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. Ed. V. A. Abakumov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983. 240 p.

Ryabinkin A. V. Donnye biotsenozy verkhnego techeniya r. Kemi [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. 3rd Resp. 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.

Smirnov Yu. A. Iz opyta rekultivatsii nerestovo-vyrostnykh ugodii ozernoi formy atlanticheskogo lososya (*Salmo salar* L.) v ostantse reki Suna posle molevogo lesosplava [From the recultivation experience of the Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) farms in the residual hill of the Suna River after loose floating]. *Tr. Gos. prirod.*

zap. "Kivach" [Proceed. Kivach Nat. Reserve]. Petrozavodsk, 2006. Iss. 3. P. 127–138.

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, 1969. 279 p.

Received September 06, 2019

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

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: baryshev@bio.krc.karelia.ru

Кучко Ярослав 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: y-kuchko@mail.ru

CONTRIBUTORS:

Baryshev, Igor

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: baryshev@bio.krc.karelia.ru

Kuchko, Yaroslav

Institute of Biology, Karelian Research Centre,
Russian Academy of Sciences
11 Pushkinskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia
e-mail: y-kuchko@mail.ru