

Научная статья  
УДК 574.5  
<https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-47-53>

## Первые данные о макрозообентосе озера Тикшозеро

Евгений Сергеевич Савосин<sup>1\*</sup>, Денис Сергеевич Савосин<sup>2</sup>, Николай Петрович Милянчук<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук,  
Петрозаводск, Россия, [szhenya@list.ru](mailto:szhenya@list.ru)\*

**Аннотация.** Представлены результаты оценки и инвентаризации современного состояния сообществ макрозообентоса озера Тикшозеро (Западная Карелия), относящегося к малым водоемам бассейна Белого моря. Водоем удален от населенных пунктов и промышленных объектов, используется в целях рекреации, представляет интерес для любительского и спортивного рыболовства. Приведены результаты исследования видового разнообразия макрозообентоса, структура доминирующих видов, соотношения основных таксономических групп, их количественные показатели. Экосистема Тикшозера находится под влиянием хозяйственной деятельности человека, на его акватории размещено хозяйство по товарному выращиванию форели. Проведена работа по оценке современного состояния донной фауны малоизученного водоема, находящегося в условиях переходного трофического статуса. Озеро входит в состав крупнейшей в Республике Карелия озерно-речной системы реки Кемь, может выступать в качестве модельного контрольного объекта для изучения уровня воздействия на малые водоемы Европейского Севера. В качестве индикаторных показателей состояния водной среды могут выступать данные об изменениях в составе донных сообществ, вызванные различными факторами. Для сохранения современного состояния экосистемы Тикшозера и изучения динамики возможных изменений необходимо проведение мониторинговых исследований водного объекта. Используются широко распространенные индексы для оценки степени качества вод по макрозообентосу: хирономидный индекс «К», олигохетный индекс (Гуднайта–Уитли), индекс Майера (S). В соответствии с полученными результатами водоем относится к умеренно загрязненным водным объектам. Установлено, что по уровню развития макрозообентоса и его структурно-функциональным показателям озеро относится к  $\alpha$ -мезотрофным водоемам. По величине индекса сапробности Пантле–Букка водоем можно отнести к  $\beta$ -мезосапробному типу (умеренно загрязненные воды).

**Ключевые слова:** биоиндикация, мониторинг, водные экосистемы, Тикшозеро, донные сообщества, макрозообентос, численность, биомасса, сапробность, трофический статус

**Благодарности:** финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания FMEN-2022-0007.

**Для цитирования:** Савосин Е. С., Савосин Д. С., Милянчук Н. П. Первые данные о макрозообентосе озера Тикшозеро // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Рыбное хозяйство. 2022. № 1. С. 47–53. <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-47-53>.

Original article

## Early data on macrozoobenthos of Lake Tikshozero

Evgeniy S. Savosin<sup>1\*</sup>, Denis S. Savosin<sup>2</sup>, Nikolai P. Milyanchuk<sup>3</sup>

<sup>1-3</sup>Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences,  
Petrozavodsk, Russia, [szhenya@list.ru](mailto:szhenya@list.ru)\*

**Abstract.** The article presents the results of the assessment and inventory of the current state of the macrozoobenthos communities of Lake Tikshozero (Western Karelia), which belongs to the small water bodies of the White Sea basin. The reservoir is remote from settlements and industrial facilities, it is used for recreation purposes, popular for amateur and sport fishing. There are given the results of studying the species diversity of macrozoobenthos, structure of dominant species, ratio of the main taxonomic groups, their quantitative indicators. The Tikshozero ecosystem is under the influence of human economic activity; a commercial trout farm is located in its water area. The work was carried out to assess the current state of the benthic fauna of a little-studied reservoir, which is in conditions of a transitional trophic status. The lake is part of the largest lake-river system of the Kem River in the republic and can act as a model control object for studying the level of impact on small water bodies of the European North. Data on changes in the composition of benthic communities caused by various factors can serve as indicators of the aquatic environment. To preserve the current state of the Tikshozero ecosystem and to study the dynamics of possible changes it is necessary to conduct monitoring of the water body. Widespread indices were used to assess the degree of water quali-

ty by macrozoobenthos: chironomid index  $K$ , oligochaete index (Goodnight-Whitley), Mayer index ( $S$ ). In accordance with the results obtained, the reservoir is referred to moderately polluted water bodies. It has been established that by the level of development of macrozoobenthos and its structural and functional indicators the lake belongs to  $\alpha$ -mesotrophic water bodies. According to the value of the Pantle-Bukk saprobity index, the water body can be attributed to the  $\beta$ -mesosaprobic type (moderately polluted waters).

**Keywords:** biological indication, monitoring, Lake Tikshozero, pedons, macrozoobenthos, abundance, biomass, saprobity, trophic status

**Acknowledgment:** the financial support for research was carried out from the federal budget for realizing the state assignment FMEN-2022-0007.

**For citation:** Savosin E. S., Savosin D. S., Milyanchuk N. P. Early data on macrozoobenthos of Lake Tikshozero. *Vestnik of Astrakhan State Technical University. Series: Fishing Industry.* 2022;1:47-53. (In Russ.) <https://doi.org/10.24143/2073-5529-2022-1-47-53>.

## Введение

Для управления водными ресурсами и экосистемами в странах Евросоюза и США используется, главным образом, биологическая оценка их состояния с помощью двух систем биоиндикации – американская RPBs и британская RIVPACS. Развитие и совершенствование методик биоиндикации при использовании и управлении водными объектами определяются положениями Европейской рамочной водной директивы (WFD). В России, СНГ и странах Восточной Европы наиболее распространенной является система сапробности [1].

В настоящее время одной из наиболее широко используемых и перспективных является оценка состояния водных ресурсов методами биоиндикации. Получение объективной информации о состоянии водоемов возможно при использовании функциональных элементов водных экосистем – сообществ живых организмов, испытывающих воздействие тех или иных факторов. При этом оценивается не только видовой состав гидробионтов, но и их количественные характеристики, используемые для расчета различных комплексных индексов. Все это в совокупности позволит сделать вывод о качестве водной среды, оценить продукционный потенциал водоема, структурно-функциональные особенности сообществ [2, 3]. В качестве биоиндикатора в водных экосистемах может выступать любой гидробионт или сообщество водных организмов.

Одним из важнейших показателей стабильности водных экосистем в настоящее время является биологическое разнообразие. В связи с этим активно разрабатываются и используются методы и формы широкомасштабного мониторинга с целью контроля состояния как биосферы в целом, так и отдельных экосистем. Как известно, в условиях антропогенного воздействия происходит смена структурно-функциональной организации экосистемы, обеспечивающая ее стабильность во времени и, как итог, устойчивость к изменениям внешней среды [4].

В течение длительного времени в Карелии активно развивается садковое рыбоводство, являющееся перспективным и экономически выгодным направлением биотехники культивирования вод-

ных организмов в естественных водоемах. Однако интенсивное освоение водных объектов в результате форелеводства оказывает значительное влияние на систему биотических сообществ озерных экосистем [5–7]. Так, товарное выращивание рыбы в садках, расположенных на акватории водоемов, может привести к изменению качества водной среды, структуры донных отложений, а также оказать воздействие на естественные биоценозы за счет остатков неиспользованного корма и выделяемых продуктов жизнедеятельности.

Таким образом, при отсутствии полного трансформирования отходов форелевой фермы неминуемо происходит ухудшение гидрохимических и гидробиологических характеристик водной среды, что, в свою очередь, ведет к изменению качественного и количественного состава сообществ макрозообентоса.

Длительное форсированное органическое загрязнение способствует усилению процессов эвтрофирования в водоемах и приводит, как правило, к изменению его трофического статуса. В результате этого отдельные группы гидробионтов начинают более активно развиваться, что в конечном итоге способствует нарушению экологического равновесия и вторичному загрязнению.

Следует отметить, что объект нашего изучения расположен в одном из наименее заселенных районов республики со слабым уровнем развития промышленности (0,1 %) и сельского хозяйства (2 %), что, несомненно, оказывает влияние на сохранение показателей экосистемы в ненарушенном виде [8].

Исследования малоизученных озер позволяют собрать материал, на основе которого можно в дальнейшем решать задачи мониторинга состояния и загрязнения поверхностных водных объектов. Влияние антропогенной нагрузки сказывается на качестве среды обитания организмов в результате негативных биологических процессов, протекающих в водных экосистемах.

Важную роль в изучении возможных изменений экосистем играют многочисленные малоизученные небольшие по площади водоемы, к которым относится оз. Тикшозеро Муезерского района западной части Республики Карелия. Подобные

озера являются модельными для оценки состояния водных экосистем, поскольку они долгое время находятся в своем естественном состоянии.

В связи с неравномерной степенью изученности фауны озер Карелии и рекогносцировочным характером имеющихся данных необходима организация подробных исследований.

*Цель исследований* – оценить современное состояние макрозообентоса оз. Тикшозеро в условиях товарного выращивания радужной форели.

### Материал и методика

Оз. Тикшозеро расположено в границах Западно-Карельской возвышенности (64°07' с. ш., 31°46' в. д), относится к бассейну Белого моря. По площади оно представляет собой средний водоем (20,6 км<sup>2</sup>). Котловина озера имеет ледниковое происхождение, ориентирована с северо-запада на юго-восток. Максимальная глубина – 13,0 м, средняя – 6,0. Наибольшая длина – 10,6 км, ширина – 2,6 км. Показатель условного водообмена равен 0,7, т. е. водные массы озера полностью обновляются за счет притока воды с водосбора один раз в 1,5 года [9].

Основными притоками служат реки Кайдодеги и Шильва. Из юго-восточной части озера вытекает р. Тикшозерка, являющаяся частью озерно-речной системы р. Чирко-Кемь.

Населенные пункты по берегам озера отсутствуют, ближайший поселок Ледмозеро расположен в 25 км к северу от площадок садкового форелевого хозяйства, пос. Тикша – на расстоянии 40 км к северо-востоку.

Форелевое хозяйство расположено в юго-восточной части озера, в относительно защищенном от ветра заливе, из которого вытекает р. Тикшозерка. Залив вытянут с юго-запада на северо-восток на 1,5 км. Его средняя ширина 1,0 км, площадь зеркала 1,5 км<sup>2</sup>. Преобладающие глубины 6–8 м, средняя – 6 м.

Тикшозеро имеет развитую литоральную зону. Донные отложения представлены в основном илстыми, песчаными и, в меньшей степени, каменистыми отложениями.

Пробы отбирались в летний период 2020 г. на 9 станциях, расположенных на территории форелевого хозяйства и в районах, слабо подверженных антропогенному влиянию (рис. 1).

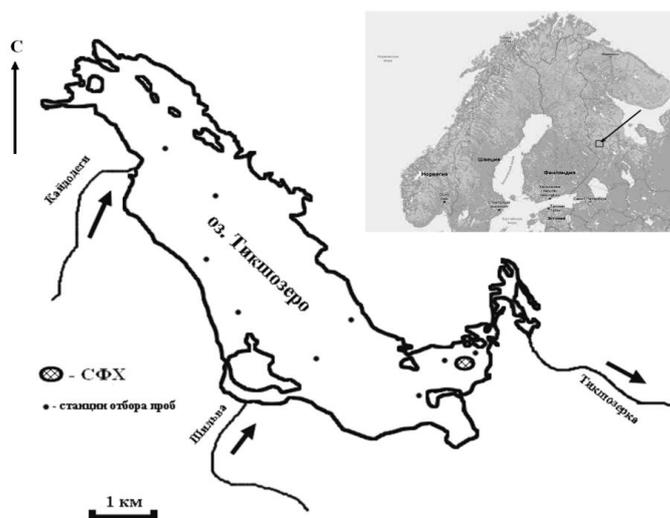


Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб на оз. Тикшозеро

Fig. 1. Map of sampling stations on Lake Tikshozero

Станции были заложены с учетом исследования основных биотопов водоема – на литорали с глубинами до 2 м и в пелагиали с глубинами более 2 м.

Исследованный водоем по гидрохимическим показателям принадлежит к гидрокарбонатному классу группы кальция с низкой минерализацией и высокой цветностью. Значение pH соответствует слабокислым водам (5,9–6,4), перманганатная окисляемость воды была в пределах 11,8–13,0 мг O<sub>2</sub>/л, значение БПК<sub>5</sub> – 1,8 мг/л. Для мезотрофных водоемов, к которым относится и Тикшозеро, ха-

рактерно преобладание аммонийной и нитратной форм минерального азота [10].

Отбор проб зообентоса осуществляли дночерпателем с площадью захвата 250 см<sup>2</sup> (модификация Экмана–Берджа) с двукратной повторностью на каждой станции. Промывку грунта делали с помощью специального сита с ячейей 0,5 мм, полученный материал фиксировали 8 %-м раствором формальдегида.

Камеральную обработку проводили в лаборатории по общепринятым методикам [5, 11, 12]. Таксономическая идентификация организмов макро-

зообентоса проводилась с использованием определителей фауны России [2, 13–17].

Анализ полученных результатов проводили с помощью пакета программ автоматизированной системы обработки гидробиологических данных (АСОГД) и программы Microsoft Excel [18].

Для оценки уровня органического загрязнения воды по методу Пантле–Букка (в модификации Сладечека), с использованием видов-индикаторов зообентоса определялась сапробность [19]. Трофический статус водоема определялся по шкале трофности С. П. Китаева [10]. Согласно [20] рассчитывали хириноmidный индекс ( $K$ ) для Тикшозера.

Кроме того, для оценки экологического качества вод применялись индексы Майера ( $S$ ), Гуднайт–Уитлея ( $OI$ ).

### Результаты и обсуждение

К одним из наиболее информативных биологических объектов состояния условий обитания гидробионтов относятся сообщества макрозообентоса ввиду их выраженной реакции на последствия процесса эвтрофикации и способности аккумулировать загрязняющие вещества [11, 21].

Донные отложения в пробах были представлены илесто-песчаными грунтами.

Общий список бентосных организмов, обнаруженных за период исследований, насчитывал 17 таксонов. Из них Oligochaeta – 1, Bivalvia – 1, Chironomidae – 14.

Доминирующий комплекс бентоценоза Тикшозера был образован тремя систематическими группами: хириноmidы, двустворчатые моллюски

и малощетинковые черви. Как и для многих озер умеренных широт, для донной фауны исследованного водоема отмечено наибольшее разнообразие личинок подсемейства Chironominae. В сообществе макрозообентоса преобладали представители родов Polypedilum, Microtendipes, Chironomus.

Представители олигохет относились к видам, имеющим широкое распространение, с преобладанием *Spirosperma ferox* в составе смешанной фауны голарктических и палеарктических видов.

Показатели количественных характеристик макрозообентоса находились в следующих пределах: биомасса – 1,81 г/м<sup>2</sup>, численность – 500 экз./м<sup>2</sup>, что хорошо согласуется с его значениями для водоемов бассейна р. Кемь, отличающихся невысокой продуктивностью [22]. Однако следует отметить значительное увеличение показателей биомассы и численности в профундальной зоне, испытывающей антропогенную нагрузку (5,73 г/м<sup>2</sup> и 720 экз./м<sup>2</sup>) по сравнению с «контрольным» участком, не подверженным данному влиянию (0,05 г/м<sup>2</sup> и 100 экз./м<sup>2</sup>).

В литературе отмечается, что повышение трофического статуса природных олиготрофных водоемов, приводящее к росту количественных показателей донных биоценозов, обуславливается, как правило, совокупностью глобальных факторов и хозяйственной деятельностью человека [23].

Основу биомассы создавали представители двукрылых – более 50 %, при соответствующих показателях численности – 47,5 %. Одной из доминирующих групп являются двустворчатые моллюски, на долю которых приходится около 50 % всей биомассы донных организмов (рис. 2).

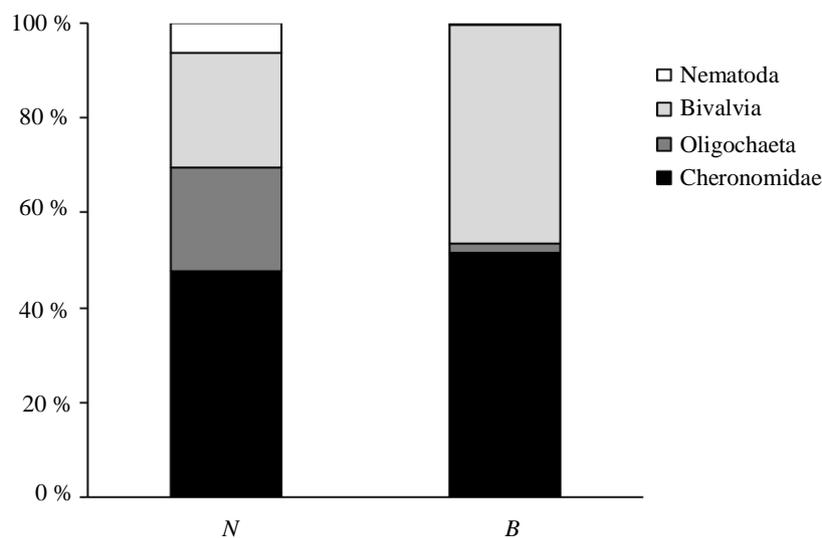


Рис. 2. Количественные показатели зообентоса оз. Тикшозеро:  $N$  – относительная численность;  $B$  – относительная биомасса

Fig. 2. Quantitative indicators of zoobenthos in Lake Tikshozero:  $N$  – relative abundance;  $B$  – relative biomass

Наибольшие показатели донной фауны были отмечены в зоне влияния форелевого хозяйства. В районе непосредственного воздействия форелевой фермы с учетом влияния течения, ветра, морфологии котловины, исследованный участок приобретает статус  $\alpha$ -мезотрофного, со средней биомассой  $B_{cp} = 3 \text{ г/м}^2$  и численностью 667 экз./ $\text{м}^2$ . Об этом также свидетельствует преобладание представителей подсемейства Chironominae среди хирономид. Как известно, вероятность смены трофического состояния водоема при критических концентрациях биогенов очень велика [6].

Величина индекса Балушкиной, рассчитанного по результатам исследования ( $K = 1,76$ ), позволяет отнести Тикшозеро к умеренно загрязненным водным объектам.

Олигохетный индекс Гуднайта–Уитлея ( $OI = 51 \%$ ), основанный на соотношении численности олигохет и общей численности всех организмов макрозообентоса, позволяет отнести Тикшозеро к водоемам с незначительным загрязнением; в соответствии со значением индекса Майера ( $S = 4$ ) принадлежит к 4–7 классу качества.

По величине индекса сапробности Пантле–Букка (2,16) водоем можно отнести к  $\beta$ -мезосапробному типу (умеренно загрязненные воды).

#### Выводы

1. Индекс сапробности, рассчитанный по численности индикаторных видов зообентоса, позволяет отнести воды озера к  $\beta$ -мезосапробному типу (умеренно загрязненные воды).

2. В соответствии с уровнем развития и учетом структурных показателей (видовой состав, соотношение доминирующих групп) донного сообщества озеро по шкале трофности соответствует  $\alpha$ -мезотрофным водоемам.

3. Доминирующий комплекс зообентоса в водоеме слагается из широко распространенных видов-индикаторов  $\beta$ -мезосапробных условий.

4. Оценка состояния водной среды в районе форелевой фермы с использованием различных индексов ( $K, OI, S$ ) показала, что водоем относится к умеренно загрязненным водным объектам.

5. Учитывая незначительную площадь водоема и наличие рыбоводного хозяйства, целесообразно рекомендовать проведение мониторинговых исследований с периодичностью 1 раз в 3 года.

#### Список источников

1. Solimini A. G., Cardoso A. C., Heiskanen A. S. Indicators and methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive // At European Union Report 22314EN. EC, Joint research centre: Ispra. 2006. 262 p.
2. Сандимиров С. С., Кудрявцева Л. П. и др. Методы экологических исследований водоемов Арктики: моногр. Мурманск: Изд-во МГТУ, 2019. 180 с.
3. Kutari D., Paul D. K. Assessing the Role of Bioindicators in Freshwater Ecosystem // Interdisciplinary Cycle Research. 2020. V. XII, iss. IX. P. 58–74.
4. Алимов А. Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем / под ред. М. Б. Ивановой. СПб.: Наука, 2001. 147 с.
5. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В. А. Абакумова. СПб.: Наука, 1992. 318 с.
6. Стерлигова О. П., Ильмаст Н. В., Кучко Я. А., Комулайнен С. Ф., Савосин Е. С., Барышев И. А. Состояние пресноводных водоемов Карелии с товарным выращиванием радужной форели в садках. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2018. 127 с.
7. Стерлигова О. П., Павлов В. Н., Ильмаст Н. В. и др. Экосистема Сямозера (биологический режим, использование). Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2002. 119 с.
8. Электронный атлас Республика Карелия. URL: <http://nwpi.krc.karelia.ru/atlas/> (дата обращения: 11.12.2021).
9. Корнев О. Н., Аленичев С. В., Бабарыкин В. К., Викторю Ю. А. Рыбоводно-биологическое обоснование на организацию форелевого садкового хозяйства на озере Тикшозеро Муезерского района. Петрозаводск, 2008. 83 с.
10. Кутаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2007. 395 с.
11. Баканов А. И. Использование зообентоса для мониторинга пресноводных водоемов (обзор) // Биология внутренних вод. 2000. № 1. С. 68–82.
12. Введение в биомониторинг пресных вод / под ред. Т. С. Вшивковой, Н. В. Иваненко, Л. В. Якименко, К. А. Дроздова. Владивосток: Изд-во ВГУЭС, 2019. 214 с.
13. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2016. Т. 2. Зообентос. 457 с.
14. Brinkhurst R. O. A Guide for the identification of British aquatic oligochaeta // Freshwater Biological Association Scientific Publication. 1971. V. 22. P. 1–55.
15. Timm T. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe // Lauterbornia. 2009. V. 66. 235 p.
16. Wiederholm T. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and Diagnoses. Part 1. Larvae // Entomologica scandinavica Supplement. 1983. V. 19. 455 p.
17. Нарчук Э. П. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. СПб., 1999. С. 210–296.
18. Хазов А. Р. Анализ гидробиологических данных и его программная реализация. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2000. 154 с.
19. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view // Arch. F. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie. 1973. Iss. 7. 218 p.
20. Балушкина Е. В. Применение интегрального показателя для оценки качества вод по структурным характеристикам донных сообществ // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. СПб.: Изд-во ЗИН РАН, 1997. С. 266–292.

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

22. Озера Карелии: справ. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2013. 464 с.

23. Валькова С. А. Таксономический состав и структура макрозообентоса разнотипных водоемов Зеленого пояса Фенноскандии в пределах Мурманской области // Тр. Карел. науч. центра Рос. акад. наук. 2020. № 1. С. 56–70.

## References

1. Solimini A. G., Cardoso A. C., Heiskanen A. S. Indicators and methods for the ecological status assessment under the Water Framework Directive. *At European Union Report 22314EN*. EC, Joint research centre: Ispra. 2006. 262 p.

2. Sandimirov S. S., Kudriavtseva L. P. i dr. *Metody ekologicheskikh issledovaniy vodoemov Arktiki: monografiya* [Methods of ecological research of Arctic water bodies: monograph]. Murmansk, Izd-vo MGТУ, 2019. 180 p.

3. Kumari D., Paul D. K. Assessing the Role of Bioindicators in Freshwater Ecosystem. *Interdisciplinary Cycle Research*, 2020, vol. XII, iss. IX, pp. 58-74.

4. Alimov A. F. *Elementy teorii funkcionirovaniya vodnykh ekosistem* [Elements of theory of aquatic ecosystems functioning]. Pod redaktsiei M. B. Ivanovoi. Saint-Petersburg, Nauka Publ., 2001. 147 p.

5. *Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem* [Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. Pod redaktsiei V. A. Abakumova. Saint-Petersburg, Nauka Publ., 1992. 318 p.

6. Sterligova O. P., Il'mast N. V., Kuchko Ia. A., Komulainen S. F., Savosin E. S. Baryshev I. A. *Sostoianie presnovodnykh vodoemov Karelii s tovarnym vyrashchivaniem raduzhnoi foreli v sadkakh* [Status of freshwater reservoirs in Karelia with commercial cultivation of rainbow trout in cages]. Petrozavodsk, Izd-vo KarNTs RAN, 2018. 127 p.

7. Sterligova O. P., Pavlov V. N., Il'mast N. V. i dr. *Ekosistema Siamozera (biologicheskii rezhim, ispol'zovanie)* [Syamozero ecosystem (biological regime, exploitation)]. Petrozavodsk, Izd-vo KarNTs RAN, 2002. 119 p.

8. *Elektronnyi atlas Respublika Kareliya* [Electronic Atlas of Republic of Karelia]. Available at: <http://nwpi.krc.karelia.ru/atlas/> (accessed: 11.12.2021).

9. Korenev O. N., Alenichev S. V., Babarykin V. K., Viktorov Iu. A. *Rybovodno-biologicheskoe obosnovanie na organizatsiiu forelevogo sadkovoogo khoziaistva na ozere Tikshozero Muezerskogo raiona* [Fish breeding and biological substantiation for organization of trout cage farm on Lake Tikshozero in Muezersky District]. Petrozavodsk, 2008. 83 p.

10. Kitaev S. P. *Osnovy limnologii dlia gidrobiologov i ikhtiologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, Izd-vo KarNTs RAN, 2007. 395 p.

11. Bakanov A. I. *Ispol'zovanie zoobentosa dlia monitoringa presnovodnykh vodoemov (obzor)* [Using zoobenthos for monitoring freshwater reservoirs (review)]. *Biologiya vnutrennikh vod*, 2000, no. 1, pp. 68-82.

12. *Vvedenie v biomonitoring presnykh vod* [Introduction to biomonitoring of fresh waters]. Pod redaktsiei T. S. Vshivkovo, N. V. Ivanenko, L. V. Iakimenko, K. A. Drozdova. Vladivostok, Izd-vo VGUES, 2019. 214 p.

13. *Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeiskoi Rossii* [Determinator of zooplankton and zoobenthos in fresh waters of European Russia]. Moscow, Tovarichestvo nauchnykh izdaniy KMK, 2016. Vol. 2. Zoobentos. 457 p.

14. Brinkhurst R. O. A Guide for the identification of British aquatic oligochaeta. *Freshwater Biological Association Scientific Publication*, 1971, vol. 22, pp. 1-55.

15. Timm T. A guide to the freshwater Oligochaeta and Polychaeta of Northern and Central Europe. *Lauterbornia*, 2009, vol. 66, 235 p.

16. Wiederholm T. Chironomidae of the Holarctic region. Keys and Diagnoses. Part 1. Larvae. *Entomologica scandinavica Supplement*, 1983, vol. 19, 455 p.

17. Narchuk E. P. *Opredelitel' bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territorii* [Determinator of invertebrates in Russia and adjacent territories]. Saint-Petersburg, 1999. Pp. 210-296.

18. Khazov A. R. *Analiz gidrobiologicheskikh dannykh i ego programmnaia realizatsiia* [Analysis of hydrobiological data and its software implementation]. Petrozavodsk, Izd-vo KarNTs RAN, 2000. 154 p.

19. Sládeček V. System of water quality from the biological point of view. *Arch. F. Hydrobiol. Ergebnisse der Limnologie*, 1973, iss. 7. 218 p.

20. Balushkina E. V. *Primenenie integral'nogo pokazatelya dlia otsenki kachestva vod po strukturnym kharakteristikam donnykh soobshchestv* [Application of integral indicator to assess quality of waters by structural characteristics of benthic communities]. *Reaksiya ozernykh ekosistem na izmenenie bioticheskikh i abioticheskikh uslovii*. Saint-Petersburg, Izd-vo ZIN RAN, 1997. Pp. 266-292.

21. Iakovlev V. A. *Presnovodnyi zoobentos Severnoi Fennoskandii (raznoobrazie, struktura i antropogennaia dinamika)* [Freshwater zoobenthos of Northern Fennoscandia (diversity, structure and anthropogenic dynamics)]. Apatity, Izd-vo KNTs RAN, 2005. Part 1. 161 p.; Part 2. 145 p.

22. *Ozera Karelii: spravochnik* [Lakes of Karelia: reference book]. Petrozavodsk, Izd-vo KarNTs RAN, 2013. 464 p.

23. Val'kova S. A. *Taksonomicheskii sostav i struktura makrozoobentosa raznotipnykh vodoemov Zelenogo poiasa Fennoskandii v predelakh Murmanskoi oblasti* [Taxonomic composition and structure of macrozoobenthos of different types of water bodies of Green Belt of Fennoscandia within Murmansk region]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra Rossiiskoi akademii nauk*, 2020, no. 1, pp. 56-70.

Статья поступила в редакцию 25.01.2021; одобрена после рецензирования 21.02.2022; принята к публикации 11.03.2022  
The article is submitted 25.01.2021; approved after reviewing 21.02.2022; accepted for publication 11.03.2022

**Информация об авторах / Information about the authors**

**Евгений Сергеевич Савосин** – кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных; Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук; Петрозаводск, проспект Карельский, 25, стр. 12; szhenya@list.ru

**Evgeny S. Savosin** – Candidate of Biology; Researcher of the Laboratory of Ecology of Fish and Aquatic Invertebrates; Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences; Petrozavodsk, Karelsky prospect, 25; building 12; szhenya@list.ru

**Денис Сергеевич Савосин** – кандидат биологических наук; научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных; Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук; Петрозаводск, проспект Карельский, 25, стр. 12; sadenser@inbox.ru

**Denis S. Savosin** – Candidate of Biology; Researcher of the Laboratory of Ecology of Fish and Aquatic Invertebrates; Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences; Petrozavodsk, Karelsky prospect, 25, building 12; sadenser@inbox.ru

**Николай Петрович Миланчук** – младший научный сотрудник лаборатории экологии рыб и водных беспозвоночных; Институт биологии Карельского научного центра Российской академии наук; Петрозаводск, проспект Карельский, 25, стр. 12; milyanchuk90@mail.ru

**Nikolay P. Milyanchuk** – Junior Researcher of the Laboratory of Ecology of Fish and Aquatic Invertebrates; Institute of Biology of the Karelian Research Centre of the Russian Academy of Sciences; Petrozavodsk, Karelsky prospect, 25, building 12; milyanchuk90@mail.ru

