

Научная статья
УДК 574.34/52
doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.004

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕР СИСЯЯРВИ И ЛЕЩЕВОЕ В 2020–2021 гг. (ВАЛААМСКИЙ АРХИПЕЛАГ, ЛАДОЖСКОЕ ОЗЕРО)

Александр Николаевич Чернышев

Российский государственный гидрометеорологический университет, Санкт-Петербург, Россия, chernyshev.alexander2015@yandex.ru

Аннотация

Проанализированы видовой состав и ряд структурно-функциональных показателей зоопланктона озер Сисяярви и Лещевое (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) в 2020–2021 гг. Выявлено различие в структуре доминантного комплекса зоопланктона водоемов, несмотря на их близкое расположение и связь за счет системы протоков. В отличие от оз. Сисяярви, в оз. Лещевое отмечена большая изменчивость показателей численности и биомассы и невысокая индивидуальная масса зоопланктона. Дана сравнительная оценка трофического статуса исследуемых озер.

Ключевые слова:

зоопланктон, структурно-функциональные характеристики, малые озера, Валаамский архипелаг

Благодарности:

автор выражает признательность Е. Ю. Воякиной, П. А. Тальянову, А. К. Котовой. за помощь в проведении исследования и отборе проб.

Для цитирования:

Чернышев А. Н. Сравнительная характеристика зоопланктона озер Сисяярви и Лещевое в 2020–2021 гг. (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) // Труды Кольского научного центра РАН. Серия: Естественные и гуманитарные науки. 2024. Т. 3, № 1. С. 27–33. doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.004.

Original article

COMPARATIVE CHARACTERISTICS OF ZOOPLANKTON IN SISYARVI AND LESCHOVOYE LAKES IN 2020–2021 (VALAAM ARCHIPELAGO, LADOGA LAKE)

Alexander N. Chernyshev

Russian State Hydrometeorological University, Saint Petersburg, Russia, chernyshev.alexander2015@yandex.ru

Abstract

Taxonomic composition, some structural and functional zooplankton characteristics of Lake Sisyarvi and Lake Leschovoye were analysed for the period of 2020–2021. In spite of close location of the lakes and their connection through the channels system differences in dominant species were discovered. In contrast to Lake Sisyarvi great variability in the zooplankton abundance and biomass in Lake Leschovoye was recorded as well as low values of the zooplankton individual mass. Comparative evaluation of the lakes trophic status was given.

Keywords:

zooplankton, structural and functional characteristics, small lakes, Valaam Archipelago

Acknowledgments:

the author is grateful to E. Yu. Voyakina, P. A. Tal'yanov, A. K. Kotova for assistance in research and sampling.

For citation:

Chernyshev A. N. Comparative characteristics of zooplankton in Sisyarvi and Leschovoye lakes in 2020–2021 (Valaam Archipelago, Ladoga Lake). *Transactions of the Kola Science Centre of RAS. Series: Natural Sciences and Humanities*, 2024, Vol. 3, No. 1, pp. 27–33. doi:10.37614/2949-1185.2024.3.1.004.

Введение

Зоопланктон является неотъемлемым компонентом водных экосистем, принимающим активное участие в транзите вещества и энергии, а также в самоочищении водоемов. За счет восприимчивости отдельных компонентов сообщества к изменению условий среды обитания его характеристики активно

используются при оценке состояния водных объектов, особенно трофического статуса [1–4]. Знание последнего, наряду с пониманием скорости процессов эвтрофирования, крайне важно для водоемов, подверженных антропогенному воздействию.

В последние годы на территории Валаамского архипелага активно ведется хозяйственная деятельность, связанная, в частности, с функционированием фермы Спасо-Преображенского Валаамского монастыря (30–60 голов рогатого скота, до 100 голов куриц) [5]. Наиболее сильному антропогенному воздействию подвергаются озера Сисяярви и Лещевое. В связи с этим возникает необходимость сопоставления характеристик зоопланктона этих озер, а также оценки их трофического статуса.

Цель — дать сравнительную характеристику зоопланктона озер Сисяярви и Лещевое в период 2020–2021 гг.

Задачи: сопоставить таксономическую структуру двух озер; дать сравнительную оценку показателей численности (N), биомассы (B), ряда структурных показателей — индивидуальной массы зоопланктона (ω), соотношений $N_{\text{Clad}}/N_{\text{Cope}}$ и $B_{\text{Cycl}}/B_{\text{Cal}}$; оценить сезонную изменчивость структурных показателей зоопланктона.

Объекты и методы

Валаамский архипелаг расположен в северной части Ладожского озера и по площади занимает 36 км^2 [6]. На территории крупнейшего острова — Валаам — расположено 11 малых озер, различающихся как по площади, так и по гидрохимическим параметрам [7].

Озеро Сисяярви является самым большим по площади водоемом архипелага, занимает площадь $0,81 \text{ км}^2$ и расположено в северо-западной части о. Валаам. Из-за ледниково-тектонического происхождения оно имеет сложную удлинненно-вытянутую форму с лопастным расчленением. Средняя глубина озера — 7 м, максимальная — до 19 м. В летние месяцы наблюдается устойчивая температурная стратификация — выраженный металимнион отмечается на глубине 3–5 м. По гидрохимическим характеристикам [8], в соответствии с классификацией С. П. Китаева [9], водоем может быть отнесен к нейтрально-олигощелочным олиго-мезогумозным.

Озеро Лещевое, по площади занимающее $0,24 \text{ км}^2$, расположено в юго-западной части о. Валаам. Средняя глубина водоема 3 м, максимальная — до 7 м. Из-за относительно небольших средних глубин летом водоем прогревается по всей толще, и только в зоне с глубинами более 5 м ($0,35 \%$ от общей площади) наблюдается устойчивая температурная стратификация [10]. Водоем относится к нейтральным мезополигумозным [7].

Оба озера за счет системы проток связаны с Ладожским озером и друг с другом. В годы с высоким уровнем воды площадь водоемов может существенно увеличиваться. Так, в 2018 г. было зафиксировано увеличение площади оз. Лещевое в 1,5 раза [10]. Также в отдельные периоды, как это было в 2003 г. и в 2010 г., протоки могут пересыхать, что приводит к изоляции озер.

Как было отмечено выше, водоемы подвержены антропогенному воздействию, связанному с сельскохозяйственной деятельностью. В частности, в оз. Сисяярви поступают сточные воды монастырской фермы. Это приводит к тому, что в водоеме отмечаются повышенные концентрации аммонийного азота и соединений фосфора [11–13]. В свою очередь, на водосборе оз. Лещевое с 2015 г. для выращивания кормовых культур регулярно распахиваются луга [14]. Это приводит к тому, что в северо-восточном заливе, наиболее близко расположенном к распахиваемым территориям, отмечаются максимальные для озера значения перманганатной окисляемости и цветности [10].

В работе использованы данные мониторинговых наблюдений, проводимых на базе Учебно-научной станции Российского государственного гидрометеорологического университета (РГГМУ) на о. Валаам. В рамках исследуемого периода с 2020 г. по 2021 г. было обработано 19 проб зоопланктона. На оз. Сисяярви было отобрано 11 проб на двух станциях — в Московском и Скитском заливах, на оз. Лещевое — 8 проб на одной станции в северо-восточном заливе (рис. 1).

Отбор проб осуществлялся средней количественной сетью Джели (размер ячеек 108 мкм) ежемесячно с июня по август/сентябрь. Камеральная обработка выполнена с использованием общепринятых методов гидробиологического анализа [15]. Для получения показателя биомассы зоопланктона применялся расчетный метод с применением весовых коэффициентов [16].



Рис. 1. Расположение станций отбора проб и источников антропогенного воздействия на исследуемые озера

Результаты и обсуждение

В зоопланктоне оз. Сисяярви за исследуемый период отмечено 19 видов сетяного зоопланктона (9 — Copepoda, 9 — Cladocera, 1 — Rotifera (p. *Asplanchna*)), в зоопланктоне оз. Лещевое — 20 видов (6 — Copepoda, 13 — Cladocera, 1 — Rotifera (p. *Asplanchna*)). Нужно отметить, что в озере Сисяярви присутствовал гляциально-морской реликтовый вид *Limnocalanus macrurus* G. O. Sars, 1863 [17]. В оз. Лещевое он отмечен не был.

Доминантный комплекс обоих водоемов представлен тремя видами: *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), *Eudiaptomus graciloides* (Lilljeborg, 1888), *Daphnia cristata* Sars, 1862. Несмотря на подобное сходство и связь между водоемами, в оз. Сисяярви наибольшим обилием отличался *E. graciloides* (42 % от численности) — фильтратор, представитель тепловодного комплекса [18–20]. В оз. Лещевое, в свою очередь, доминировал хищник холодноводного комплекса *T. oithonoides* [21], доля которого в общей численности в среднем составляла 34 %.

Из двух исследуемых озер наибольшая изменчивость численности и биомассы была характерна для Лещевого озера — экстремальные значения различались на порядок, а диапазоны составили 2,8–32,3 экз/дм³ и 0,03–1,12 мг/дм³ соответственно. В оз. Сисяярви максимальные и минимальные значения N и B отличались не столь сильно, варьируя в пределах 1,6–12,4 экз/дм³ и 0,05–0,41 мг/дм³ соответственно (рис. 2).

Относительно высокий разброс значений численности и биомассы зоопланктона оз. Лещевое может быть связан с некоторой степенью непостоянства условий обитания. Так, при более благоприятных условиях и при более высоких концентрациях биогенных элементов, источником которых выступает сток с мелиорируемых лугов, зоопланктон активно развивается [22; 23]. Именно это, вероятно, и наблюдалось в 2020 г., когда численность не опускались ниже 16 экз/дм³.

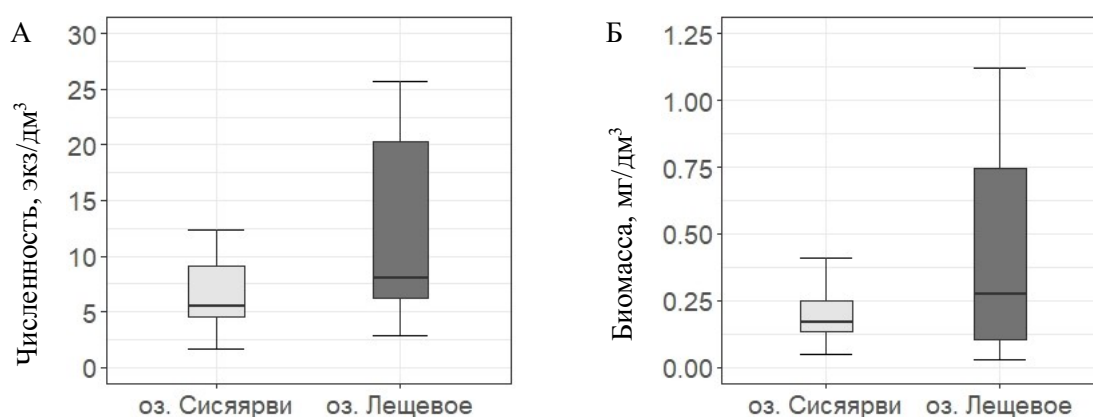


Рис. 2. Диапазоны значений численности (А) и биомассы (Б) зоопланктона в озерах Сисьярви и Лещевое в 2020–2021 гг.

Для структурных показателей зоопланктона обоих водоемов за исследуемый период отмечена высокая вариабельность ($C_v > 20\%$), что усложняет оценку трофического статуса исследуемых озер. Однако нужно отметить, что в оз. Лещевое встречались более мелкие особи зоопланктона, чем в оз. Сисьярви — медианная величина показателя ω для двух водоемов составила 0,017 и 0,033 мг соответственно. Для оз. Лещевое также отмечена более высокая биомасса Cyclopoida относительно Calanoida — медианное значение $B_{Cycl}/B_{Cal} = 0,8$. В оз. Сисьярви эта величина была в 10 раз меньше, что свидетельствует о выраженном доминировании калянид по биомассе. По данным отдельных работ [1], вышеописанное может свидетельствовать о более высоком трофическом статусе оз. Лещевое по сравнению с оз. Сисьярви.

На примере 2020 г. была рассмотрена сезонная динамика биомассы в исследуемых водоемах (рис. 3).

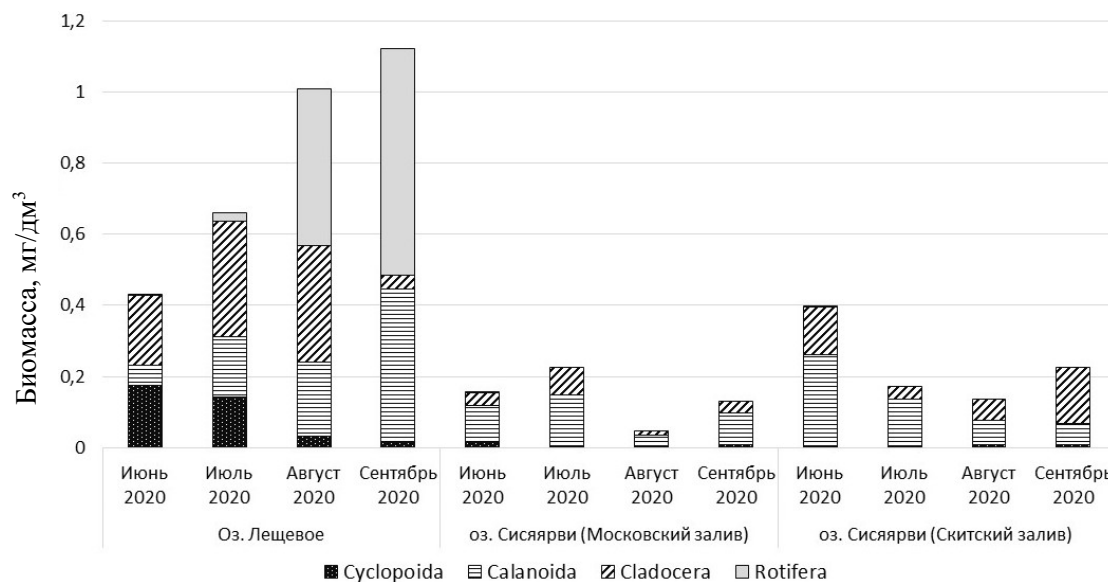


Рис. 3. Сезонная динамика биомассы озер Лещевое и Сисьярви в 2020 г.

Для оз. Лещевое в этот период было отмечено одновершинное распределение сезонной биомассы, что характерно для эвтрофных водоемов. В оз. Сисьярви на разных станциях наблюдалось двувершинное распределение, свойственное олиготрофным водоемам.

Заключение

Таким образом, на основе сопоставления характеристик зоопланктона можно предположить, что из двух исследуемых озер более высокий трофический статус был характерен для оз. Лещевое. Подобное может быть связано с особенностями морфометрических характеристик, в частности с площадью и глубиной водоемов, а также с различной степенью антропогенного воздействия. Также возможно, что в оз. Лещевое самоочищение идет медленнее, так как доля принимающих в нем участие организмов-фильтраторов в 2020–2021 гг. составила 50 %. Это почти в два раза ниже соответствующего показателя для оз. Сисьярви.

Тем не менее, объективная оценка трофического статуса озер требует проведения дополнительных исследований наряду с увеличением периода наблюдения. Для анализа причин, определяющих особенности развития видов доминантного комплекса, необходим анализ гидрохимических показателей.

Список источников

1. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
2. Ferdous Z., Muktadir A.K.M. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator // *American Journal of Applied Sciences*. Vol. 6. P. 1815–1819.
3. Chen G., Dalton C., Taylor D. Cladocera as indicators of trophic state in Irish lakes // *Journal of Paleolimnology*. Vol. 44. P. 465–481. doi:10.1007/s10933-010-9428-2.
4. Haberman J., Laugaste R., Nõges T. The role of cladocerans reflecting the trophic status of two large and shallow Estonian lakes // *Hydrobiologia*. Vol 1. P. 157–166. doi: 10.1007/s10750-007-0592-y.
5. Внутренние озера, связанные с Ладогой / А. Б. Степанова [и др.] // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата. М.: Российская акад. наук, 2021. С. 471–477.
6. Ладожское озеро — прошлое, настоящее, будущее / под ред. В. А. Румянцева, В. Г. Драбковой. СПб.: Наука, 2002. 327 с.
7. Степанова А. Б., Шарафутдинова Г. Ф., Воякина Е. Ю. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам // Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. № 12. С. 97–109.
8. Воякина Е. Ю. Фитопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2007. 23 с.
9. Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
10. Особенности лимнологических параметров системы «Лещевое озеро — Лещевый залив» в период максимального прогрева воды (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) / А. Н. Чернышев [и др.] // Гидрометеорология и экология. № 61. С. 460–479. doi: 10.33933/2074-2762-2020-61-460-479.
11. Панова Н. В., Воякина Е. Ю. Влияние монастырской фермы на динамику лимнологических параметров озера Сисьярви (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) // Актуальные проблемы биологии и экологии: материалы докладов: XXVII Всероссийская молодежная научная конференция (с элементами научной школы). Сыктывкар: ИБ ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, 2020. С. 58–61.
12. Панова Н. В., Воякина Е. Ю. Сравнение лимнологических параметров оз. Сисьярви в точках антропогенного воздействия и свободных от него (Валаамский архипелаг, Ладожское озеро) // Сборник тезисов Международной научно-практической конференции, посвященной 90-летию Российского государственного гидрометеорологического университета. СПб.: РГГМУ, 2020. С. 774–776.
13. Ерышева С. П., Воякина Е. Ю. Пространственно-временная динамика ряда лимнологических параметров оз. Сисьярви (Валаамский архипелаг) // Метеорологический вестник. № 2. С. 74–78.
14. Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже 20 и 21 веков. Черты уникальности и современное состояние / под ред. А. Б. Степановой. СПб.: РГГМУ, 2016. 44 с.
15. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. Ленинград: Гидрометеоиздат, 1983. 239 с.
16. Кононова О. Н., Фефилова Е. Б. Методическое руководство по определению размерно-весовых характеристик зоопланктона Европейского Севера России. Сыктывкар: ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2018. 152 с.

17. Фомина Ю. Ю., Сярки М. Т. Жизненный цикл рачка *Limnocalanus macrurus* Sars 1863 (Copepoda, Calaniformes, Centropagidae) в Онежском озере // Зоологический журнал. № 1. С. 3–13. doi:10.31857/S0044513421110064.
18. Зоопланктон Онежского озера / И. И. Николаев [и др.]; под ред. С. В. Калесника. Л.: Наука, Ленингр. отделение, 1972. 327 с.
19. Монаков А. В. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: Тип. Россельхозакадемии, 1998. 322 с.
20. Рогозин А. Г., Снитько Л. В., Тимошкин О. А. Термоиндикаторные свойства видов зоопланктона и их измерение // Водные ресурсы. № 1. С. 85–91. doi:10.7868/S0321059615010125.
21. Фомина Ю. Ю., Сярки М. Т. Жизненный цикл рачка *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) в Онежском озере // Принципы экологии. № 3. С. 144–154.
22. Zooplankton and fish communities in Finnish lakes of different trophic status: responses to eutrophication / M. Rask [et al.] // SIL Proceedings, 1922–2010. Vol. 1. P. 396–401. doi:10.1080/03680770.2001.11902612.
23. Кулаков Д. В. Сезонные и межгодовые изменения зоопланктона реки Неман // Принципы экологии. № 2. С. 87–102. doi:10.15393/j1.art.2018.7582.

References

1. Andronikova I. N. *Strukturno-funkcional'naya organizaciya zooplanktona ozernyh ekosistem raznyh troficheskikh tipov* [Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types]. Saint Petersburg, Nauka, 1996, 189 p. (In Russ.).
2. Ferdous Z., Muktadir A. K. M. A Review: Potentiality of Zooplankton as Bioindicator. *American Journal of Applied Sciences*, No. 6, pp. 1815–1819.
3. Chen G., Dalton C., Taylor D. Cladocera as indicators of trophic state in Irish lakes. *Journal of Paleolimnology*, No. 44, pp. 465–481. doi:10.1007/s10933-010-9428-2.
4. Haberman J., Laugaste R., Nõges T. The role of cladocerans reflecting the trophic status of two large and shallow Estonian lakes. *Hydrobiologia*, No. 1, pp. 157–166. doi:10.1007/s10750-007-0592-y.
5. Stepanova A. B., Voyakina E. Yu., Zueva N. V., Kulichenko A. Yu., Chernyshev A. N. Vnutrennie ozero, svyazannye s Ladogoj [Inland lakes connected with Ladoga]. Moscow, Russian academy of science, 2021, ch. 11.2, pp. 471–477. (In Russ.).
6. Rumyantsev V. A., Drabkova V. G. *Ladozhskoe ozero — proshloe, nastoyashchee, budushchee* [Lake Ladoga — past, present, future]. Saint Petersburg, Nauka, 2002, 327 p. (In Russ.).
7. Stepanova A. B., Sharafutdinova G. F., Voyakina E. Yu. Gidrohimicheskie osobennosti mal'nykh ozer o. Valaam [Hydrochemical features of small lakes of Valaam island]. *Uchenye zapiski Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Scientific Notes of the Russian State Hydrometeorological University], No. 12, pp. 97–109. (In Russ.).
8. Voyakina E. Yu. *Fitoplankton vnutrennih vodoemov Valaamskogo arhipelaga i privileyushchej akvatorii Ladozhskogo ozera: avtoref. ... dis. kand. biolog. nauk* [Phytoplankton of inland water bodies of the Valaam Archipelago and the adjacent water area of Lake Ladoga. PhD (Biology) dis. abstract]. Saint Petersburg, 2007, 23 p.
9. Kitaev S. P. *Osnovy limnologii dlya gidrobiologov i ihtologov* [Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists]. Petrozavodsk, Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2007, 395 p. (In Russ.).
10. Chernyshev A. N., Sergeeva V. O., Kotova A. K., Nikitina S. N., Babin A. V., Voyakina E. Yu., Stepanova A. B. Osobennosti limnologicheskikh parametrov sistemy "Leshchevoe ozero — Leshchevyj zaliv" v period maksimal'nogo progrevy vody (Valaamskij arhipelag, Ladozhskoe ozero) [Limnological parameters features of "Lake Leschovoye Leschovy bay" system in maximum water heating period (Valaam archipelago, lake Ladoga)]. *Gidrometeorologiya i ekologiya* [Hydrometeorology and ecology], No. 61, pp. 460–479. doi:10.33933/2074-2762-2020-61-460-479. (In Russ.).
11. Panova N. V., Voyakina E. Yu. Vliyanie monastyrskoj fermy na dinamiku limnologicheskikh parametrov ozera Sis"yarvi (Valaamskij arhipelag, Ladozhskoe ozero) [Influence of the monastery farm on the dynamics of limnological parameters of Lake Sisyarvi (Valaam Archipelago, Lake Ladoga)]. *Aktual'nye problemy biologii i ekologii: materialy dokladov: XXVII Vserossiyskaya molodezhnaya nauchnaya konferenciya (s elementami nauchnoj shkoly)* [Actual problems of biology and ecology: materials of reports: XXVII All-Russian Youth Scientific Conference (with elements of a scientific school)]. Syktyvkar, Publ. IB FRC Komi SC UB RAS, 2020, pp. 58–61. (In Russ.).

12. Panova N. V., Voyakina E. Yu. Sravnenie limnologicheskikh parametrov oz.Sis"yarvi v tochkah antropogennogo vozdejstviya i svobodnyh ot nego (Valaamskij arhipelag, Ladozhskoe ozero) [Comparison of limnological parameters of Lake Sisjarvi at points of anthropogenic impact and those free from it (Valaam archipelago, Lake Ladoga)]. *Sbornik tezisov Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, posvyashchennoj 90-letiyu Rossijskogo gosudarstvennogo gidrometeorologicheskogo universiteta* [Collection of abstracts of the International Scientific and Practical Conference dedicated to the 90th anniversary of the Russian State Hydrometeorological University]. Saint Petersburg, Publ. RSHU, 2020, pp. 774–776. (In Russ.).
13. Erysheva S. P., Voyakina E. Yu. Prostranstvenno-vremennaya dinamika ryada limnologicheskikh parametrov oz. Sisyayarvi (Valaamskij arhipelag) [Spatiotemporal dynamics of a number of limnological parameters of the lake. Sisjarvi (Valaam archipelago)]. *Meteorologicheskij vestnik* [Meteorological Bulletin], No. 2, pp. 74–78. (In Russ.).
14. Stepanova A. B. *Ekosistemy Valaamskogo arhipelaga (Ladozhskoe ozero) na rubezhe 20 i 21 vekov. Cherty unikal'nosti i sovremennoe sostoyanie* [Ecosystems of the Valaam archipelago (Lake Ladoga) at the turn of the 20th and 21st centuries. Features of uniqueness and present state]. Saint Petersburg, RSHU, 2016, 44 p. (In Russ.).
15. Abakumov V. A. *Rukovodstvo po metodam gidrobiologicheskogo analiza poverhnostnykh vod i donnykh otlozhenij* [Guidelines on methods for hydrobiological analysis of surface waters and bottom sediments]. Leningrad, Gidrometeoizdat, 1983, 239 p. (In Russ.).
16. Kononova O. N., Fefilova E. B. *Metodicheskoe rukovodstvo po opredeleniyu razmerno-vesovykh harakteristik zooplanktona evropejskogo severa Rossii* [Methodological Guide to Determining the Size and Weight Characteristics of Zooplankton in the European North of Russia]. Syktyvkar, IB FRC Komi SC UB RAS, 2018, 152 p. (In Russ.).
17. Fomina Yu. Yu., Syarki M. T. Zhiznennyj cikl rachka Limnocalanus macrurus Sars 1863 (Copepoda, Calaniformes, Centropagidae) v Onezhskom ozere [Life cycle of the crustacean Limnocalanus macrurus Sars 1863 (Copepoda, Calaniformes, Centropagidae) in Lake Onega]. *Zoologicheskij zhurnal* [Zoological journal], No. 1, pp. 3–13. doi: 10.31857/S0044513421110064. (In Russ.).
18. Nikolaev I. I., Smirnova T. S., Mazhekajte S. I., Tyong N. Zooplankton Onezhskogo ozera [Zooplankton of Lake Onega]. Leningrad, Nauka, 1972, 327 p. (In Russ.).
19. Monakov A. V. *Pitanie presnovodnykh bespozvonochnykh* [Feeding of freshwater invertebrates]. Moscow, Tip. Rossel'hoz akademii, 1998, 322 p. (In Russ.).
20. Rogozin A. G., Snit'ko L. V., Timoshkin O. A. Termoindikatornye svoystva vidov zooplanktona i ih izmerenie [Thermal indicator properties of zooplankton species and their measurement]. *Vodnye resursy* [Water resources], No. 1, pp. 85–91. doi: 10.7868/S0321059615010125. (In Russ.).
21. Fomina Yu. Yu., Syarki M. T. Zhiznennyj cikl rachka *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) v Onezhskom ozere [Life cycle of crustacean *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) in Lake Onega]. *Principy ekologii* [Principles of ecology], No. 3, pp. 144–154. (In Russ.).
22. Rask M., Olin M., Horppila J., Lehtovaara A., Väisänen A., Ruuhijärvi J., Sammalkorpi I. 2002. Zooplankton and fish communities in Finnish lakes of different trophic status: responses to eutrophication. *SIL Proceedings*, No 1, pp. 396–401.
23. Kulakov D. V. Sezonnye i mezhgodovye izmeneniya zooplanktona reki Neman [Seasonal and interannual changes in the zooplankton of the Neman River]. *Principy ekologii* [Principles of ecology], No. 2, pp. 87–102. doi:10.15393/j1.art.2018.7582. (In Russ.).

Информация об авторе

А. Н. Чернышев — аспирант.

Information about the author

A. N. Cherhyshev — postgraduate student.

Статья поступила в редакцию 27.11.2023; одобрена после рецензирования 05.12.2023; принята к публикации 05.12.2023.
The article was submitted 27.11.2023; approved after reviewing 05.12.2023; accepted for publication 05.12.2023.