

УДК 574.52

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕРА КАМЕННОГО (СЕВЕРНАЯ КАРЕЛИЯ)

Я. А. Кучко, Н. В. Ильмаст*

Институт биологии КарНЦ РАН, ФИЦ «Карельский научный центр РАН»
(ул. Пушкинская, 11, Петрозаводск, Республика Карелия, Россия, 185910),
*ilmast@mail.ru

В статье представлены результаты исследований зоопланктона оз. Каменного. Водоем относится к бассейну Белого моря и расположен на территории Костомукшского государственного заповедника. Озеро ледниково-тектонического происхождения и занимает пятую часть всей территории заповедника. Вода озера характеризуется малой минерализацией (9,5 мг/л) и низким содержанием органических соединений (общий азот – 0,41 мг/л, общий фосфор – 0,005 мг/л). Исследования проводились в рамках комплексной программы биологического мониторинга водных объектов Республики Карелия в период с 2010 по 2014 г., а также в 2024–2025 гг. Проведенные исследования показали, что сообщество зоопланктона оз. Каменного представлено обычными для карельских водоемов видами, имеющими широкое географическое распространение. Сравнение полученных результатов с данными 1972–1973 и 1992–1993 гг. свидетельствует о значительном сходстве качественного состава и количественных показателей зоопланктона на протяжении последних 50–60 лет. В результате можно сделать вывод, что экосистема озера близка к ненарушенным природным экосистемам. По уровню количественного развития зоопланктона оз. Каменное можно характеризовать как β-олиготрофный водоем со средней биомассой в летний период 0,3–0,7 г/м³. Средние величины индекса сапробности колебались в пределах 1,18–1,24, что соответствует классу олигосапробных водных объектов (чистые природные воды). Индекс видового разнообразия Шеннона составил 2,0–2,2 бит/экз. Отмеченные различия в показателях численности и биомассы не выходят за рамки естественных межгодовых колебаний. Таким образом, экосистема оз. Каменного сохраняет естественное состояние, что свидетельствует об эффективности природоохранного режима.

Ключевые слова: зоопланктон; видовой состав; биомасса; численность; мониторинг; водная экосистема

Для цитирования: Кучко Я. А., Ильмаст Н. В. Многолетняя динамика основных показателей зоопланктона озера Каменного (Северная Карелия) // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 7. С. 178–186. doi: 10.17076/eco2411

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственного задания КарНЦ РАН.

Y. A. Kuchko, N. V. Ilmast*. LONG-TERM DYNAMICS OF THE MAIN ZOOPLANKTON PARAMETERS IN LAKE KAMENNOYE, NORTH KARELIA

*Institute of Biology, Karelian Research Centre, Russian Academy of Sciences
(11 Pushkiskaya St., 185910 Petrozavodsk, Karelia, Russia), *ilmast@mail.ru*

The article reports the results of studying zooplankton in Lake Kamennoye. The lake belongs to the White Sea drainage basin. It is located within the Kostomuksha State Nature Reserve. The lake is of glacio-tectonic origin. It occupies 1/5 of the reserve's area. Its water is poor in dissolved solids (9.5 mg/l) and contains low organic matter concentrations (0.41 mg/l total nitrogen, 0.005 mg/l total phosphorus). Surveys were conducted within an integrated program for biological monitoring of Karelia's water bodies in 2010–2012 and 2024–2025. The studies showed that the zooplankton community in Lake Kamennoye consists of species which commonly occur in Karelia and have a broad geographic distribution. A comparison of our results with data from 1972–1973 and 1992–1993 showed much consistency in the composition and abundance of zooplankton over the past 50–60 years. The results have led us to conclude that the lake is in a state similar to undisturbed natural ecosystems. Lake Kamennoye can be described as β -oligotrophic water body with an average biomass of 0.3–0.7 g/m³ in the summer season, based on the abundance of its zooplankton. Average saprobity index values of 1.18–1.24 correspond to oligosaprobic water bodies (clean natural water). Shannon's index of species diversity is 2.0–2.2 bit/individual. The variations in abundance and biomass are within the natural inter-annual fluctuation range. Thus, Lake Kamennoye ecosystem retains its natural state, indicating the efficiency of its conservation arrangements.

Keywords: zooplankton; species composition; biomass; abundance; monitoring; aquatic ecosystem

For citation: Kuchko Y.A., Ilmast N.V. Long-term dynamics of the main zooplankton parameters in Lake Kamennoye, North Karelia. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 7. P. 178–186. doi: 10.17076/eco2411

Funding. The study was funded from the Russian federal budget through state assignment to the Karelian Research Centre RAS.

Введение

На состояние биологических ресурсов водоемов Европейского Севера России оказывает влияние ряд факторов, из которых все более значимую роль играют различные формы хозяйственной деятельности человека [Решетников и др., 1982; Алимов и др., 2000, 2004; Стерлигова и др., 2002; Криксунов и др., 2005; Шатуновский, Бобырев, 2005; Sterligova, Ilmast, 2009; Dgebuadze, 2014; Ilmast et al., 2021 и др.]. В последние десятилетия отмечается ускорение процесса антропогенного воздействия на водные экосистемы. Меняется гидрология и гидрохимия водоемов, структура и функционирование водных сообществ, что в итоге приводит к снижению биоразнообразия и другим негативным последствиям.

В этой связи проблема сохранения биологического разнообразия в настоящее время – это не только научная задача, а актуальный вопрос, который волнует все общество. Одним из эффективных способов справиться с данной

проблемой является создание и расширение сети особо охраняемых природных территорий (ООПТ), от небольших заказников до крупных биосферных заповедников. В этом плане особое внимание ученых привлекает экосистема оз. Каменного. Водоем уникален тем, что практически не испытал на себе разрушительного воздействия человека по причине малочисленности населения в окрестностях, сложности доступа и отсутствия рыболовецкого промысла. Сегодня оз. Каменное является частью государственного природного заповедника «Костомукшский» и входит в состав так называемого «Зеленого пояса Фенноскандии». Эта природная зона, протянувшаяся вдоль российско-финляндско-норвежской границы, играет важную роль в наблюдении за состоянием окружающей среды в приграничных регионах. Благодаря своей нетронутости оз. Каменное служит удобным объектом для проведения экологических исследований. Необходимо отметить, что озеро является источником водоснабжения г. Костомукши с населением около 28 тысяч человек.

Одним из критериев оценки состояния экосистемы водоема служит динамика таксономического состава, количественных и структурных показателей зоопланктона. Возможность временного (исторического) и ретроспективного (прогнозного) сравнения повышает ценность наблюдений и является положительным условием для объективной оценки протекающих в водоеме процессов [Андроникова, 1996].

Цель работы: дать оценку современного состояния сообщества зоопланктона оз. Каменного и сравнить с результатами более ранних исследований.

Материалы и методы

Озеро Каменное (64°28' с. ш., 30°13' в. д.) относится к бассейну р. Кеми (бас. Белого моря) и является верхним водоемом в системе р. Каменная – р. Чирка-Кемь. Озеро ледниково-тектонического происхождения и занимает пятую часть всей территории заповедника. Площадь составляет 105,5 км², наибольшая длина – 24,4 км, наибольшая ширина – 12,1 км [Лазаревская, Попенко, 1958; Ресурсы поверхностных вод СССР, 1972; Природные воды..., 1985]. Притоки озера – небольшие речки (Каранка-йоки, Люття-йоки, Мунанка, Лахти-йоки) и 42 ручья. Из водоема вытекает р. Каменная (Ногеус-йоки). Водосборная площадь озера составляет 652,9 км², средняя глубина – 8 м, максимальная – 26 м. Вода характеризуется высокой прозрачностью. В центральном плесе в летний период она достигает 5 м, зимой – 4 м. В губах колеблется от 0,7 до 2,8 м. Химический состав воды оз. Каменного формируется в условиях слабой растворимости пород коренного состава, значительного количества атмосферных осадков (среднее 566 мм в год), относительно большой высоты над уровнем моря (195 м). Эти факторы обуславливают его очень низкую минерализацию. В 1970-х гг. были проведены детальные гидрохимические исследования озера и его притоков [Природные воды..., 1985; Озера Карелии, 2013]. Сравнение этих данных с результатами, полученными нами в 2010, 2024–2025 гг., показало, что за прошедший период гидрохимия озера практически не изменилась. Вода характеризуется малой минерализацией (9,5 мг/л) и низким содержанием органических соединений (общий азот – 0,41 мг/л, общий фосфор – 0,005 мг/л). Содержание кислорода в летний период колеблется в пределах 80–100 % от насыщения, pH воды 6,5–6,8.

Материалом для написания настоящей работы послужили результаты комплексных гидробиологических исследований, проведенных в летний период (июль – август) 2024–2025 гг. Пробы отбирались на шести постоянных станциях, которые характеризуются сложным рельефом дна и большими глубинами (до 20 м). Отбор проб осуществлялся батометром Руттнера объемом 2 л. Интегрированные пробы (поверхность – дно) процеживались через газ № 70, концентрировались до 100 мм³ и фиксировались 4 % формалином. Камеральная обработка проводилась согласно общепринятым методикам гидробиологического мониторинга [Практическая гидробиология..., 2006; Кучко и др., 2016]. Биомасса зоопланктона определялась расчетным методом [Балушкина, Винберг, 1979], также рассчитывались индекс видового разнообразия [Shannon, Weaver, 1949] и индекс сапробности [Макрушин, 1974; Куликова, 1983]. Трофический статус водоема оценивался по шкале трофности по методике С. П. Китаева [2007]. Для анализа структуры зоопланктоценоза использовались следующие индикационные показатели: V_{Crus}/V_{Rot} , N_{Clad}/N_{Cyclop} , V_{Cycl}/V_{Cal} [Андроникова, 1988]. При определении низших ракообразных и коловраток использовался ряд руководств [Radwan et al., 2004; Определитель..., 2010].

Результаты и обсуждение

В 1972–1973 гг. Отделом водных проблем Карельского филиала АН СССР на водоемах бассейна р. Каменной проводились комплексные гидробиологические исследования с целью оценки природных ресурсов района в их естественном состоянии. Полученные данные, которые можно считать фоновыми, опубликованы в коллективной монографии [Природные воды..., 1985]. В работе приводятся данные о видовом составе, количественных показателях и особенностях горизонтального распределения зоопланктона озер бассейна р. Каменной, в том числе и оз. Каменного. Позднее, в 1992–1994 гг., Институтом водных проблем Севера КарНЦ РАН было проведено исследование планктонной фауны в северной части оз. Каменного в рамках программы биологического мониторинга водных объектов Республики Карелия [Современное..., 1998]. В работе отмечалась стабильность видового состава и количественных показателей зоопланктона на протяжении последних десятилетий, что свидетельствует о незначительной величине антропогенной нагрузки на водоем. По уровню

количественного развития авторы относили оз. Каменное к олиготрофному типу, а отдельные его участки (в первую очередь заливы) – к мезотрофному. Результаты исследований зоопланктона оз. Каменного за этот период приводятся и в сводке Т.П. Куликовой [2010]. Также изучение зоопланктона озера проводилось нами в рамках комплексной программы биологического мониторинга водных объектов Республики Карелия с 2010 по 2014 г.

Список планктонных организмов, отмеченных нами в 2010–2014 гг., насчитывает 43 вида, в 2025–2026 – 50 видов (табл. 1).

Зоопланктон оз. Каменного представлен обычными для карельских водоемов видами, имеющими широкое географическое распространение, из них на долю эврибионтных приходится до 53% от общего числа. Это главным образом литоральные и фитофильные формы, которым в большей степени, чем пелагическим, свойственны широкие ареалы распространения. Пелагический комплекс представлен северными видами – обитателями озер зоны тундры и тайги, их доля – 45%. Также в состав фауны входят космополиты и обитатели зоны смешанных лесов, число этих видов незначительно (табл. 2).

Таблица 1. Характеристика видового состава зоопланктона оз. Каменного
Table 1. Description of the species composition of zooplankton in Lake Kamennoye

Таксон Taxon	Годы Years			
	1972–1973	1992–1994	2010–2014	2024–2025
Коловратки Rotifera				
Отряды Taxonomy orders	Число видов Number of species			
<i>Saeptiramida</i>	5	9	5	4
<i>Saltiramida</i>	2	1	2	1
<i>Transversiramida</i>	3	8	3	4
<i>Protoramida</i>	1	3	1	2
<i>Paedotrochida</i>	1	–	–	–
Всего видов Rotifera по годам Total number of Rotifera species by year	17	21	11	11
Видов Rotifera всего Total Rotifera species	29			
Ракообразные Arthropoda				
Веслоногие ракообразные Copepoda				
Отряды Taxonomy orders	Число видов Number of species			
<i>Calaniformes</i>	4	4	4	4
<i>Cyclopiformes</i>	4	8	5	8
Всего видов Copepoda по годам Total number of Copepoda species by year	8	12	9	12
Видов Copepoda всего Total Copepoda species	14			
Ветвистоусые ракообразные Cladocera				
Отряды Taxonomy orders	Число видов Number of species			
<i>Ctenopoda</i>	4	4	4	4
<i>Anomopoda</i>	19	21	16	20
<i>Haplopoda</i>	1	1	1	1
<i>Onychopoda</i>	2	2	2	2
Всего видов Cladocera по годам Total number of Cladocera species by year	26	28	23	27
Видов Cladocera всего Total Cladocera species	31			
Видов Arthropoda всего Total Arthropoda species	45			
Общее число видов Total number of species	74			

Таблица 2. Биотопические характеристики, индикаторы зон сапробности, географическое распространение
Table 2. Biotopic characteristics, indicators of saprobity zones, geographic distribution

Показатель Indicator	Число видов Number of species	%
Характеристики (биотопические) Characteristics (biotopic)		
Планктонный Planktonic	22	30
Пелагический Pelagic	13	18
Прибрежный Coastal	15	20
Эвритопный Eurytopic	16	22
Водные растения Aquatic plants	7	9
Бентический Benthic	–	–
Придонный Bottom	1	1
Эпибионтный Epibiont	–	–
Всего Total	74	100
Индикаторы зоны сапробности по Пантле–Букк в модификации Сладечека Saprobic zone indicators according to Pantle-Bukk as modified by Sladeczek		
Олигосапробная (0,5–1,5) Oligosaprobic (0.5–1.5)	39	53
Олигосапробная – β-мезосапробная Oligosaprobic – β-mesosaprobic	21	28
β-мезосапробная – олигосапробная β-mesosaprobic – oligosaprobic	3	4
β-мезосапробная (1,5–2,5) β-mesosaprobic (1.5–2.5)	10	14
β-мезосапробная – α-мезосапробная β-mesosaprobic – α-mesosaprobic	1	1
α-мезосапробная (2,5–3,5) α-mesosaprobic (2.5–3.5)	–	–
Полисапробная Polysaprobic	–	–
Всего Total	74	100
Географическое распространение Geographic distribution		
Голарктический Holarctic	20	27
Космополит Cosmopolitan	34	46
Бореальный Boreal	9	12
Палеарктический Palearctic	11	15
Всего Total	74	100

Видовое разнообразие планктонной фауны достигается преимущественно за счет ветвистоусых ракообразных, что считается обычным явлением для водоемов Карелии. Большая высота теплоактивного слоя в заливах

обеспечивает развитие клadoцeрного планктона, а сравнительная глубоководность озера создает благоприятные условия для существования представителей холодноводного комплекса, в основном калянид.

К числу доминирующих видов коловраток *Rotifera* относятся *Asplanchna priodonta*, *Kellicottia longispina* и *Conochilus unicornis*. Повсеместно, но в небольших количествах встречаются *Keratella cochlearis* и *Bipalpus hudsoni*. Основу пелагического планктонного комплекса ракообразных образуют широко распространенные в больших озерах Карелии представители северной фауны (*Holopedium gibberum*, *Daphnia cristata*, *Bosmina coregoni*, *Limnospila frontosa*, *Eudiaptomus gracilis*, *Heterocope appendiculata*, *Thermocyclops oithonoides*), а также ряд эвритопных организмов, отличающихся широкой экологической валентностью (*D. longispina*, *B. longirostris*, *Mesocyclops leuckarti*). На затишных участках литорали формируется зарослево-литоральный планктонный комплекс, в котором преобладают фитфильные и придонно-бентические виды: *Sida crystallina*, *Ophryoxus gracilis*, виды рр. *Alona* и *Acroperus*, *Chydorus sphaericus*, *Eucyclops macruroides*, *Megacyclops viridis*. Ценоз прибойной литорали представляет собой обедненный в видовом составе пелагический комплекс зоопланктона открытых участков озера. Межгодовые различия в видовом составе зоопланктона незначительны и обусловлены видами с редкой встречаемостью.

При сравнении полученных результатов обнаруживается значительное сходство в каче-

ственном составе, структуре и количественных показателях пелагического планктона за период с 1972 г. Комплекс доминирующих видов не претерпел существенных изменений и состоит из видов северной фауны и эвритопных, распространенных в больших озерах северной Карелии. Это подтверждается и величинами индекса сапробности, который отражает количественное соотношение индикаторных организмов (1,18–1,24). По величинам численности и биомассы зоопланктона оз. Каменное характеризуется как олиготрофный водоем (табл. 3). Индекс видового разнообразия Шеннона колеблется в пределах 2,0–2,2 бит/экз.

Результаты исследований подтверждают стабильность видового состава и структуры сообщества зоопланктона оз. Каменного на протяжении последних 50 лет. Доминирующий комплекс в пелагиали водоема складывается из видов-индикаторов олиго- и олиго-бета-мезосапробных условий. По величине индекса сапробности, рассчитанного по биомассе индикаторных организмов, оз. Каменное можно отнести к олигосапробному классу водных объектов (2-й класс качества – чистые природные воды). При сравнении полученных данных по оз. Каменному с данными по другим водоемам Средней и Северной Карелии, сходным по размеру и объему водных масс (Сямозеро, Святозеро, Крошнозеро, Мунозеро), хотелось

Таблица 3. Количественные показатели сообщества зоопланктона оз. Каменного в летний период

Table 3. Quantitative indicators of the zooplankton community of Lake Kamennoye in summer

Показатель Indicator	Годы Years			
	1972–1973	1992–1993	2010–2012	2024–2025
Общее число видов Total number of species	51	75	56	48
Численность, тыс. экз./м ³ (min-max) Number, thousand specimens/m ³ (min-max)	14,8–16,0	3,6–6,4	12,7–24,6	18,8–22,2
Соотношение / Ratio N _{Rot} : N _{Clad} : N _{Cycl} : N _{Cal} , %	56 : 26 : 13 : 5	53 : 23 : 17 : 7	28 : 26 : 40 : 6	44 : 22 : 28 : 6
Биомасса, г/м ³ (min-max) Biomass, g/m ³ (min-max)	0,279–0,360	0,160–0,279	0,413–0,759	0,252–0,512
Соотношение / Ratio B _{Rot} : B _{Clad} : B _{Cycl} : B _{Cal} , %	11 : 67 : 7 : 15	45 : 38 : 8 : 9	6 : 77 : 15 : 2	9 : 73 : 13 : 5
B _{Crus} /B _{Rot}	–	–	2,0	3,2
N _{Clad} /N _{Cop}	–	–	0,6	0,8
B _{Cycl} /B _{Cal}	–	–	1,4	1,2
Индекс Шеннона, бит/экз. Shannon index, bits/ind.	–	–	2,0	2,2
Доминирующий комплекс по массе Dominant complex by mass	<i>Holopedium</i> <i>Bosmina</i> spp. <i>Daphnia</i> spp.	<i>Holopedium</i> <i>Asplanchna</i> <i>Kellicottia</i>	<i>B. longirostris</i> <i>B. coregoni</i> <i>D. cristata</i> <i>M. leuckarti</i>	<i>Bosmina</i> spp. <i>D. longispina</i> <i>M. leuckarti</i> <i>Th. oithons</i>

бы отметить следующее. В советский период в 1960–1970-х гг. к основным факторам эвтрофикации относились различные стоки предприятий сельского хозяйства (азотные и фосфорные удобрения с полей агрокомплексов, животноводческие предприятия, зверосовхозы), а также коммунально-бытовые стоки от прибрежных поселений и дачных поселков. Их функционирование обеспечивало постепенный приток биогенных элементов (N, P, K) с ливневыми, паводковыми, техническими водами в течение года в зависимости от производственного цикла. Таким образом, отмечался умеренный темп эвтрофирования, не приводящий к катастрофическим последствиям [Решетников и др., 1982]. В период экономической депрессии 1990-х гг. процесс эвтрофирования остановился, а в ряде водоемов наблюдались явления восстановления экосистем [Kuchko et al., 2018]. Однако с середины 1990-х гг. на карельских водоемах произошел лавинообразный рост количества предприятий садкового форелеводства, что привело к скачкообразному ускорению эвтрофирования. В результате на ряде водоемов качество воды заметно снизилось вследствие массового развития фитопланктона («цветение») и его отмирания в осенний период. Причиной различий в темпах эвтрофирования может быть механизм поступления биогенных элементов в водоемы. В первом случае биогены проходят первичную утилизацию в наземных экосистемах в процессе стока (ливневые и паводковые воды) и затем в литоральной зоне водоемов, которая является мощным биофильтром [Андроникова, 1996]. При работе садковых хозяйств загрязняющие вещества попадают непосредственно в пелагиаль, что приводит к значительному ускорению эвтрофирования.

Еще раз подчеркнем, что главной проблемой при интенсивном развитии форелеводства в Республике Карелия является сохранение водных экосистем, пригодных для обитания гидробионтов и водопользователей. Очень острой она становится в связи с изменениями экологического законодательства РФ. Так, до недавнего времени для организации рыбного хозяйства требовалась разработка оценки воздействия на окружающую среду, которая входила в пакет документов для получения лицензии на водопользование. В настоящее время аквакультура не рассматривается как деятельность, которая оказывает существенное воздействие на водные экосистемы. Она не входит в перечень объектов, подлежащих обязательной экологической экспертизе.

Заключение

Выполненные исследования показали, что экосистема оз. Каменного практически не затронута хозяйственной деятельностью. Сравнительный анализ гидробиологических данных на протяжении последних 50 лет выявил значительное сходство в качественном составе и количественных показателях зоопланктоценоза. Отмеченные различия в показателях численности и биомассы не выходят за рамки естественных межгодовых колебаний. Таким образом, экосистема оз. Каменного сохраняет естественное состояние и близка к ненарушенным природным экосистемам, что свидетельствует об эффективности природоохранного режима.

Литература

- Алимов А. Ф., Богуцкая Н. Г., Орлова М. И. и др. Биологические инвазии в водных и наземных экосистемах. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 436 с.
- Алимов А. Ф., Орлова М. И., Панов В. Е. Последствия интродукции чужеродных видов для водных экосистем и необходимость мероприятий по ее предотвращению // Виды-вселенцы в европейских морях России. Апатиты: КНЦ РАН, 2000. С. 12–23.
- Андроникова И. Н. Использование структурно-функциональных показателей зоопланктона в системе мониторинга // Гидробиологические исследования морских и пресных вод. Л.: Наука, 1988. С. 47–53.
- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
- Балушкина Е. Б., Винберг Г. Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных. Общие основы изучения водных экосистем. Л.: Наука, 1979. С. 169–172.
- Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2007. 395 с.
- Криксунов Е. А., Бобырев А. Е., Бурменский В. А., Павлов В. Н., Ильмаст Н. В., Стерлигова О. П. Балансовая модель биотического сообщества Сямозера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. 54 с.
- Куликова Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2010. 325 с.
- Куликова Т. П. Рекомендации по определению сапробности с учетом биологических особенностей планктонных организмов Карелии. Петрозаводск: Кар. фил. АН СССР, 1983. 6 с.
- Кучко Я. А., Ильмаст Н. В., Кучко Т. Ю. Методы сбора и обработки проб зоопланктона на пресноводных водоемах. Учебное пособие. Петрозаводск: ПетрГУ, 2016. 26 с.
- Лазаревская Н. М., Попенко Л. К. Озера бассейна р. Каменной – Каменное, Лувозеро, Кимасозеро и Нюк // Труды Карельского филиала АН СССР. Вып. XVIII. Материалы по гидрологии (лимнологии)

Карелии. Петрозаводск: Гос. изд-во Карельской АССР, 1958. С. 66–113.

Макушин А. В. Биологический анализ качества вод. Л.: Наука, 1974. 59 с.

Озера Карелии. Справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. 464 с.

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

Практическая гидробиология. Пресноводные экосистемы / Под ред. В. Д. Федорова, В. И. Капкова. М.: ПИМ, 2006. 367 с.

Природные воды района Костомукшского железорудного месторождения (Северная Карелия) / Ред. Фрейндлинг В. А., Харкевич Н. С. Петрозаводск: Кар. фил. АН СССР, 1985. 246 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 2. Карелия и Северо-Запад, ч. 3 / Ред. Водогрецкий В. Е. Л.: Гидрометеиздат, 1972. 958 с.

Решетников Ю. С., Попова О. А., Стерлигова О. П. и др. Изменение структуры рыбного населения эвтрофируемого водоема. М.: Наука, 1982. 248 с.

Современное состояние водных объектов Республики Карелия / Отв. ред. Н. Н. Филатов, Т. П. Куликова, П. А. Лозовик. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 1998. 188 с.

Стерлигова О. П., Павлов В. Н., Ильмаст Н. В. и др. Экосистема Сямозера. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2002. 120 с.

Шатуновский М. И., Бобырев А. Е. Современное состояние и динамика рыбных ресурсов пресных водоемов России // Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами. Сб. науч. ст. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2005. С. 121–131.

Dgebuadze Yu. Yu. Invasions of alien species in Holarctic: Some results and perspective of investigations // Russian Journal of Biological Invasions. 2014. Vol. 5, no. 2. P. 61–64. doi: 10.1134/S2075111714020039

Ilmast N. V., Sterligova O. P., Kuchko Ya. A., Sharov A. N., Savosin E. S., Savosin D. S. Lake Maslozero ecosystem and the results of the release of the smelt *Osmerus eperlanus* into the lake // Russian Journal of Biological Invasions. 2021. Vol. 12, no. 3. P. 264–273. doi: 10.1134/S2075111721030061

Kuchko Ya. A., Ilmast N. V., Kuchko T. Yu. Characteristics of zoo-plankton in Syamozero Lake (South Karelia) based on the Results of long-term monitoring // Biology Bulletin. 2018. Vol. 45, no. 5. P. 497–504.

Radwan S., Bielanska-Gratner I., Ejsmont-Karabin J. Wrotki (Rotifera) / S. Radwan (ed.). Lodz: Oficyna Wydawnicza Tercja, 2004. 447 p.

Shannon C. E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press, 1949. 117 p.

Sterligova O. P., Ilmast N. V. Species-colonizers in the water systems of Karelia // J. Ichthyol. 2009. Vol. 49, no. 4. P. 331–338. doi: 10.1134/S0032945209040055

References

Alekseev V. R., Tsalolikhin S. Ya. (eds.). An identification guide to zooplankton and zoobenthos of fresh

waters of European Russia. Vol. 1. Zooplankton. Moscow: KMK; 2010. 495 p. (In Russ.)

Alimov A. F., Bogutskaya N. G., Orlova M. I. et al. Biological invasions in aquatic and terrestrial ecosystems. Moscow: KMK; 2004. 436 p. (In Russ.)

Alimov A. F., Orlova M. I., Panov V. E. Consequences of the introduction of alien species for aquatic ecosystems and the need for measures to prevent it. Invasive species in the European seas of Russia. Apatity: KSC RAS; 2000. P. 12–23. (In Russ.)

Andronikova I. N. Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types. St. Petersburg: Nauka; 1996. 189 p. (In Russ.)

Andronikova I. N. Use of structural and functional indicators of zooplankton in a monitoring system. Hydrobiological studies of marine and fresh waters. Leningrad: Nauka; 1988. P. 47–53. (In Russ.)

Balushkina E. B., Winberg G. G. Relationship between body mass and length in planktonic animals. General principles of studying aquatic ecosystems. Leningrad: Nauka; 1979. P. 169–172. (In Russ.)

Dgebuadze Yu. Yu. Invasions of alien species in Holarctic: some results and perspective of investigations. Russian Journal of Biological Invasions. 2014;5(2):61–64. doi: 10.1134/S2075111714020039

Fedorov V. D., Kapkov V. I. (eds.). Practical hydrobiology. Freshwater ecosystems. Moscow: PIM; 2006. 367 p. (In Russ.)

Filatov N. N., Kukharev V. I. (eds.). Lakes of Karelia: a reference book. Petrozavodsk: KarRC of RAS; 2013. 464 p. (In Russ.)

Filatov N. N., Kulikova T. P., Lozovik P. A. (eds.). Current state of water bodies of the Republic of Karelia. Petrozavodsk: KarRC RAS; 1998. 188 p. (In Russ.)

Freundling V. A., Kharkevich N. S. (eds.). Natural waters of the Kostomuksha iron ore deposit area (Northern Karelia). Petrozavodsk: Kar. fil. AN SSSR; 1985. 246 p. (In Russ.)

Ilmast N. V., Sterligova O. P., Kuchko Ya. A., Sharov A. N., Savosin E. S., Savosin D. S. Lake Maslozero ecosystem and the results of the release of the smelt *Osmerus eperlanus* into the lake. Russian Journal of Biological Invasions. 2021;12(3):264–273. doi: 10.1134/S2075111721030061

Kitaev S. P. Fundamentals of limnology for hydrobiologists and ichthyologists. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2007. 395 p. (In Russ.)

Kriksunov E. A., Bobyrev A. E., Burmensky V. A., Pavlov V. N., Ilmast N. V., Sterligova O. P. Balance model of the biotic community of Syamozero. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2005. 54 p. (In Russ.)

Kuchko Ya. A., Ilmast N. V., Kuchko T. Yu. Characteristics of zoo-plankton in Syamozero Lake (South Karelia) based on the results of long-term monitoring. Biology Bulletin. 2018;45(5):497–504.

Kuchko Ya. A., Ilmast N. V., Kuchko T. Yu. Methods of collecting and processing zooplankton samples in freshwater reservoirs: a study guide. Petrozavodsk: PetrSU; 2016. 26 p. (In Russ.)

Kulikova T. P. Recommendations for determining saprobity taking into account the biological characteristics of planktonic organisms in Karelia. Petrozavodsk: Kar.fil. AN SSSR; 1983. 6 p. (In Russ.)

Kulikova T.P. Zooplankton of water bodies of the White Sea basin. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2010. 325 p. (In Russ.)

Lazarevskaya N.M., Popenko L.K. Lakes of the Kamen'naya River basin – Kamennoe, Luvozero, Kimasozero and Nyuk. *Transactions of the Karelian Branch of the USSR Academy of Sciences. Issue XVIII. Materials on hydrology (limnology) of Karelia*. Petrozavodsk: Gos. izd-vo KASSR; 1958. P. 66–113. (In Russ.)

Makrushin A.V. Biological analysis of water quality. Leningrad: Nauka; 1974. 59 p. (In Russ.)

Radwan S., Bielanska-Grzajner I., Ejsmont-Karabin J. Wrotki (Rotifera). Lodz: Oficyna Wydawnicza Tercja; 2004. 447 p.

Reshetnikov Yu. S., Popova O.A., Sterligova O.P. *et al.* Changes in the structure of the fish population of an eutrophicated reservoir. Moscow: Nauka; 1982. 248 p. (In Russ.)

Shannon C.E., Weaver W. The mathematical theory of communication. Urbana: Univ. Illinois Press; 1949. 117 p.

Shatunovskii M.I., Bobyrev A.E. Current state and dynamics of fish resources of fresh water bodies of Russia. *Fundamental'nye osnovy upravleniya biologicheskimi resursami. Sb. nauch. st. = Fundamental principles of biological resource management. Proceed.* Moscow: KMK; 2005. P. 121–131. (In Russ.)

Sterligova O.P., Ilmast N.V. Species-colonizers in the water systems of Karelia. *J. Ichthyol.* 2009;49(4):331–338. doi: 10.1134/S0032945209040055

Sterligova O.P., Pavlov V.N., Ilmast N.V. *et al.* The ecosystem of Lake Syamozero. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2002. 120 p. (In Russ.)

Vodogretsky V.E. (ed.). Surface water resources of the USSR. Vol. 2. Karelia and the Northwest. Pt. 3. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1972. 958 p. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 07.05.2026; принята к публикации / accepted: 18.05.2026.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Кучко Ярослав Александрович

канд. биол. наук, научный сотрудник

e-mail: y-kuchko@mail.ru

Ильмаст Николай Викторович

д-р биол. наук, руководитель лаборатории

e-mail: ilmast@karelia.ru

CONTRIBUTORS:

Kuchko, Yaroslav

Cand. Sci. (Biol.), Researcher

Ilmast, Nikolay

Dr. Sci. (Biol.), Head of Laboratory