

УДК 574.472

ДОПОЛНЕНИЕ ЛИМНОЛОГИЧЕСКОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ВОДОЕМОВ О. ВАЛААМ ДАННЫМИ ОБ ИХТИОФАУНЕ

Г. Т. Поддубский*, Н. А. Гнездова, М. А. Гончарж, Н. В. Зуева**

Российский государственный гидрометеорологический университет
(ул. Воронежская, 79, Санкт-Петербург, Россия, 192007), *79046187649@yandex.ru,
**nady.zuyeva@ya.ru

Исследовано 8 из 11 озер о. Валаам, а именно: Лещевое, Никоновское, Крестовое, Сисяярви, Игуменское, Черное, Оссиёво, Германовское. Впервые проведены полевые ихтиологические работы на озерах Никоновском и Лещевом (июнь 2025 г.), дополнительно использованы опросные данные и фотографические материалы (2004–2026 гг.). Впервые описан видовой состав ихтиоценоза оз. Никоновского: выявлены обыкновенный карась (*Carassius carassius* (L., 1758)), серебряный карась (*C. auratus* (L., 1758)), верховка (*Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843)). Подтверждено присутствие 6 видов рыб в оз. Лещевом и 3 видов в оз. Сисяярви. Проведено сопоставление ихтиологических типов озер с классификациями по макрофитам, планктону и абиотическим факторам. Показано, что данные об ихтиоценозе качественно дополняют лимнологическую характеристику водоемов, позволяя выделять больше градаций трофности и сапробности (например, дистрофное и гиперэвтрофное состояния), а также отражают долгосрочный статус экосистемы. Результаты применимы для развития системы биоиндикации малых озер Карелии и моделирования водных экосистем Валаамского архипелага.

Ключевые слова: видовой состав; ихтиоценоз; типы озер; рыбные сообщества; биоиндикация; Лещевое; Никоновское; Карелия

Для цитирования: Поддубский Г. Т., Гнездова Н. А., Гончарж М. А., Зуева Н. В. Дополнение лимнологической классификации водоемов о. Валаам данными об ихтиофауне // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 9. С. 163–177. doi: 10.17076/lim2422

G. T. Poddubskiy*, N. A. Gnezdova, M. A. Goncharzh, N. V. Zueva**. SUPPLEMENTING THE LIMNOLOGICAL CLASSIFICATION OF VALAAM ISLAND LAKES WITH FISH FAUNA DATA

Russian State Hydrometeorological University (79 Voronezhskaya St., 192007 St. Petersburg, Russia), *79046187649@yandex.ru, **nady.zuyeva@ya.ru

In this study, 8 of the 11 lakes on Valaam Island were surveyed: Leshchevov, Nikonovskoe, Krestovoe, Sisjarvi, Igumenskoe, Chernoe, Ossievo, and Germanovskoe. Ichthyological fieldwork on lakes Nikonovskoe and Leschevov in June 2025 was the first effort of this kind for these lakes; additionally, interview data and photographic materials from

2004–2026 were used. The fish species composition in Lake Nikonovskoe was described for the first time: the common crucian carp (*Carassius carassius* (L., 1758)), the silver crucian carp (*C. auratus* (L., 1758)), and the sunbleak (*Leucaspius delineatus* (Heckel, 1843)) were identified. The presence of 6 fish species was confirmed for Lake Leschevoe, and 3 species for Lake Sisjarvi. The ichthyological types of the lakes were compared with classifications based on macrophytes, plankton, and abiotic factors. The results show that data on the fish community add qualitatively meaningful information to the limnological description of water bodies, allowing for a finer rating of trophicity and saprobity (e.g., dystrophic and hypereutrophic conditions) and reflecting the long-term status of the ecosystem. These results can be used to develop a bioindication system for small lakes of Karelia and to model aquatic ecosystems of the Valaam Archipelago.

Keywords: species composition; fish community; lake types; bioindication; Lake Leschevoe; Lake Nikonovskoe; Karelia

For citation: Poddubskiy G. T., Gnezdova N. A., Goncharzh M. A., Zueva N. V. Supplementing the limnological classification of Valaam Island lakes with fish fauna data. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 9. P. 163–177. doi: 10.17076/lim2422

Введение

Первое и единственное до настоящего времени ихтиологическое исследование озер о. Валаам проведено в 1977–1980 гг. Карельским филиалом АН СССР в рамках фаунистических исследований на 6 из 11 озер острова [Куликова и др., 1983]. Более 25 лет мониторинг экосистем внутренних озер Валаамского архипелага в сферах гидрохимии, гидробиологии, водной экологии ведется на учебно-научной станции «Валаам» Российского государственного гидрометеорологического университета (УНС «Валаам» РГГМУ) [Степанова и др., 2016, 2021а, б; Воякина, 2025], однако ихтиофауна не изучалась. Накопленные в ходе работы станции данные о видовом составе рыб никогда не публиковались. Настоящая статья представляет первое за последние 45 лет исследование рыбных сообществ внутренних озер о. Валаам, объединяющее данные 1970-х годов с современными. Таким образом, целью работы было дополнение лимнологической классификации озер о. Валаам.

Материалы и методы

Исследование проведено на о. Валаам в северной части Ладожского озера (Республика Карелия) на базе УНС «Валаам» РГГМУ. Географическими объектами исследования выступают 8 озер (рис. 1).

Это как проточные, так и изолированные озера, в соответствии с классификацией по площади водного зеркала [Иванов, 1948] – малые и очень малые, по местонахождению – лесные [Воякина, 2021] и болотные [Куликова и др.,

1983; Филатов и др., 2013] озера (табл. 1), высота расположения которых по уровню воды на 2,5–3 м выше уровня окружающего остров Ладожского озера [Степанова и др., 2021а].

Авторы проводили полевые исследования непосредственно на озерах Никоновском и Лещевом.

Никоновское озеро – небольшой лесной водоем округлой формы с низкими заболоченными берегами [Куликова и др., 1983]. Площадь озера составляет около 1,2 га, глубина не превышает 3,5 м, озеро имеет не прогреваемый выше 5,4 °С гипolimнион толщиной 2,5 м, где образуются заморные и сероводородные зоны [Степанова и др., 2021б]. Озеро Никоновское соединено с Ладожским непостоянной искусственной протокой («р. Кедрон» на туристических картах), которая регулирует уровень озера. В южной части в оз. Никоновское впадает безымянная протока, представляющая собой дренажную канаву [Степанова и др., 2016].

Лещевое озеро – второй по величине водоем острова после оз. Сисяярви, с которым Лещевое соединено протокой («р. Иордан» на туристических картах), нередко пересыхающей в маловодные годы [Чернышев и др., 2020; Степанова и др., 2021б]. Имеет трехлопастную форму, включая, соответственно, три залива [Чернышев и др., 2020]. Полевые работы велись в северо-западном и южном. Максимальная глубина достигает 7,5 м в северо-восточном заливе, при этом средняя глубина невелика, она составляет 2 м [Чернышев и др., 2020]. Площадь зеркала в среднем равна 0,24 км². Она, как и проточность оз. Лещевого, сильно зависит от уровня воды в Ладожском озере. В годы подъема уровня оз. Лещевое увеличивает площадь

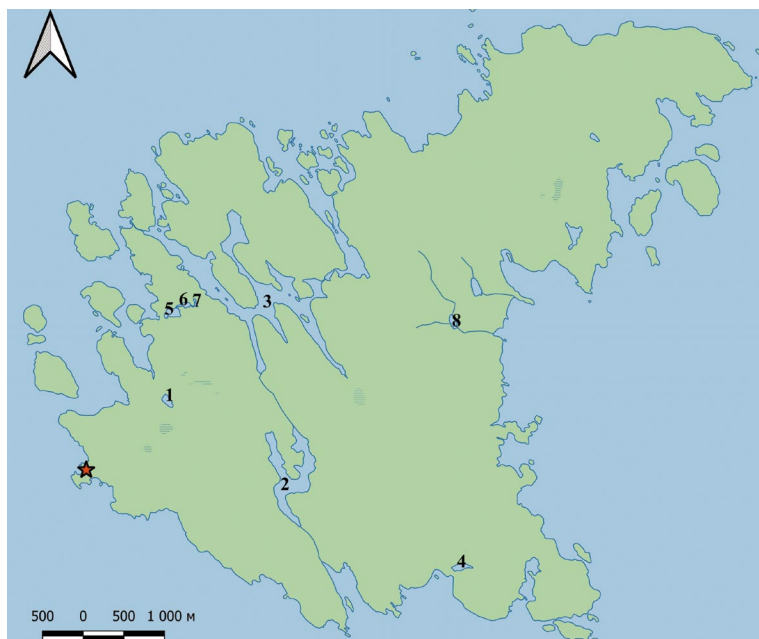


Рис. 1. Расположение исследуемых озер о. Валаам: 1 – Никоновское, 2 – Лещевое, 3 – Сисяярви, 4 – Крестовое, 5 – Игуменское, 6 – Черное, 7 – Оссиёво, 8 – Германовское. Звездочкой отмечена УНС «Валаам» РГГМУ

Fig. 1. Location of the studied lakes on Valaam Island: 1 – Nikonovskoe, 2 – Leshchevoe, 3 – Sisjarvi, 4 – Krestovoe, 5 – Igumenskoe, 6 – Chernoe, 7 – Ossievo, 8 – Germanovskoe. The Valaam Research Station of RSHU is marked with an asterisk

Таблица 1. Исследованные озера

Table 1. Studied lakes

Название озера, приведенное в статье Lake names as in body text		Другие названия ¹ Other names ¹	Описание ² Description ²
Сисяярви Sisjarvi		Сисяярви, Сисъярви Sisäjärvi	Малое озеро, слабопроточное, связано с Ладогой, соединено протокой с оз. Лещевым Small low-flushing lake; connected to Lake Ladoga and linked by a channel to Lake Leshchevoe
Лещевое Leshchevoe		Глухое, Лещеванъярви Glukhoe, Lestshevonjärvi	Очень малое лесное озеро, слабопроточное, соединено протокой с оз. Сисяярви и Ладогой Very small forest low-flushing lake; linked by a channel to Lake Sisjarvi and Lake Ladoga
Крестовое Krestovoe		Хирмулампи Hirmulampi	Очень малое лесное болотное озеро, бессточное Very small forest mire lake; endorheic
Коневские Konevskie	Игуменское Igumenskoe	Коневское I Konevskoe I	Очень малое лесное озеро, соединено протокой с оз. Черным Very small forest lake, connected by a channel to Lake Chernoe
	Черное Chernoe	Мустоярви, Коневское II Mustoyarvi, Konevskoe II	Очень малое лесное озеро, соединено протоками с озерами Игуменским и Оссиёвым Very small forest lake, connected by channels to Lakes Igumenskoe and Ossievo
	Оссиёво Ossievo	Коневское III Konevskoe III	Очень малое лесное озеро, соединено протокой с оз. Черным Very small forest lake, connected by a channel to Lake Chernoe
Никоновское Nikonovskoe		Никканялампи Niikkanlampi	Очень малое лесное болотное озеро, соединено осушительной канавой с Ладогой Very small forest mire lake, connected by a drainage ditch to Lake Ladoga
Германовское Germanovskoe		Херманилампи Hermaninlampi	Очень малое лесное болотное озеро, бессточное Very small forest mire lake; endorheic

Примечание. Данные по: ¹[Куликова и др., 1983; Степанова, 1998; Степанова и др., 2021б], ²[Иванов, 1948; Куликова и др., 1983; Филатов и др., 2013; Степанова и др., 2016; Воякина, 2017].

Note. Sources: ¹[Kulikova et al., 1983; Stepanova, 1998; Stepanova et al., 2021б], ²[Ivanov, 1948; Kulikova et al., 1983; Filatov et al., 2013; Stepanova et al., 2016; Voyakina, 2017].

до 1,5 раза и становится более проточным, в годы с низким уровнем протока между оз. Лещевым и Лещевым заливом Ладоги пересыхает [Чернышев и др., 2020; Степанова и др., 2021б].

Ихтиологические данные на озерах Лещевом и Никоновском собирали в последнюю декаду июня 2025 г. Вылов производили крючковыми орудиями любительского лова. Полный биологический анализ и определение возраста рыб выполняли в соответствии с общепринятой методикой [Чугунова, 1959]. Видовую принадлежность рыб устанавливали по определителю [Борисов, Овсянников, 1954]. Встречи рыб фиксировали с помощью смартфонов и фотоаппарата для съемки под водой Nikon Coolpix S33. Кроме того, авторы собрали и проанализировали фотоснимки рыб, сделанные студентами, сотрудниками и посетителями станции, а также опросные данные об уловах: фотографии для оз. Никоновского (за 2014, 2019, 2022 и 2025 гг.), оз. Лещевого (2004, 2022–2025 гг.), оз. Сисяярви (2024–2026 гг.), устную информацию для оз. Германовского. Ихтиологические данные по Коневским озерам и оз. Крестовому взяли из литературы [Куликова и др., 1983].

Для всех рассматриваемых в работе озер вычисляли индексы сапробности по Пантле и Букку [Макрушин, 1974; Кокин, 1982]. Для расчетов использовали литературные данные о сообществах фитопланктона [Воякина, 2021] и зоопланктона [Степанова, 1998]. Для сравнения результатов, полученных разными вариантами расчета индекса сапробности, применяли критерий Стьюдента (t-статистика) и коэффициент корреляции Спирмена.

Опубликованные материалы о макрофитах [Зуева, 2010; Buenano, Zueva, 2023] и рыбах [Куликова и др., 1983] дополнены авторами, включая данные по видовому составу рыб оз. Никоновского и Германовского, макрофитов оз. Сисяярви, Лещевого и Германовского.

Для сопоставления лимнологических классификаций по абиотическим факторам с полученной в ходе работы ихтиологической классификацией брали многолетние значения за период 1998–2014 гг. следующих лимнологических показателей [Воякина, 2017]: площадь зеркала, максимальная глубина, прозрачность по диску Секки, диапазон колебания pH, диапазон электропроводности, диапазон цветности по Pt-Co-шкале, содержание растворенного в воде органического вещества (оцененное методом перманганатной окисляемости). Классификацию проводили кластерным анализом по методу Уорда (метрика: евклидово расстояние) по крайним и средним значениям, стандартизированным по формуле:

$$x_{\text{standart}} = (x_i - \bar{x}) / \sigma,$$

где x_{standart} – стандартизированное значение; x_i – нестандартизированное (абсолютное) значение; $\bar{x}$ – среднее значение; σ – стандартное отклонение.

Результаты обрабатывали в пакетах Microsoft Excel 2016 и PAST 4.09 [Hammer et al., 2001]. Дендрограммы строили в PAST 4.09 по методу Уорда (метрика: евклидово расстояние).

Результаты и обсуждение

При полевых работах на оз. Никоновском обнаружены два вида рыб: обыкновенный (золотой) карась (*Carassius carassius* (L., 1758)) – 7 экз. и верховка (*Leucaspis delineatus* (Heckel, 1843)) – 6 экз. Измеренные ихтиологические показатели обобщены в табл. 2.

По трем снимкам (2014, 2019 и 2022 гг.) идентифицирован третий вид рыб, населяющий оз. Никоновское, – серебряный карась (*Carassius auratus* (L., 1758)). Причем в 2022 г. были сделаны фотографии особей обоих видов карасей, что позволило четко различить их по характерным морфологическим признакам.

На оз. Лещевом выявили 4 вида рыб, из которых поймали представителей 3 видов: уклей (*Alburnus alburnus* (L., 1758)) – 1 экз., красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* (L., 1758)) – 1 экз., окунь (*Perca fluviatilis* (L., 1758)) – 2 экз. Обнаружили, но не выловили молодую щуку (*Esox lucius* (L., 1758)), которую позже идентифицировали по подводной фотографии. Так как всего на оз. Лещевом выловили 4 экз., индивидуальные измерения приведены без обобщения (табл. 3).

По фотографиям уловов прошлых лет на оз. Лещевом идентифицированы: плотва (*Rutilus rutilus* (L., 1758)) (2022 г., 2 фото), красноперка (*S. erythrophthalmus*) (2022 г., 3 фото; 2024 г., 1 фото), окунь (*P. fluviatilis*) (2022 г., 3 фото; 2025 г., 1 фото), щука (*E. lucius*) (2023 г., 1 фото), лещ (*Abramis brama* (L., 1758)) (2004 г., 1 фото).

На оз. Сисяярви местные жители добывают для собственного потребления окуня и щуку, что подтверждается фотографическим материалом за разные годы. По одной фотографии любительского улова 2026 г. идентифицировали плотву.

На оз. Германовском, по устным сообщениям, вылавливали только окуня.

Собранные в текущей работе данные по оз. Лещевому (2022–2025 гг.) в целом подтверждают описанный в 1970-х годах таксономический состав ихтиоценоза [Куликова и др., 1983]. Вероятно, низкий улов на оз. Лещевом в июне 2025 г. можно объяснить вхождением последней

Таблица 2. Характеристики улова в оз. Никоновском, 2025 г.

Table 2. Characteristics of the catch in Lake Nikonovskoe, 2025

Характеристика Characteristics	<i>C. carassius</i>	<i>L. delineatus</i>
Зоологическая длина, см Total length, cm	<u>14,5–17,5</u> 15,9	<u>6–7,9</u> 7,4
Длина тела, см Standard length, cm	<u>12,3–14,5</u> 13,2	<u>5,3–6,8</u> 6,2
Высота тела, см Body depth, cm	<u>5–6,4</u> 5,4	<u>1,2–1,5</u> 1,3
Полная масса, г Whole body wet weight, g	<u>61,1–104,3</u> 78,2	<u>2–3,9</u> 3
Масса тушки, г Body wet weight without internal organs, g	<u>54,9–104,3</u> 70,8	<u>1,6–3</u> 2,5
Масса гонад, г Gonad weight, g	<u>2,4–5,5</u> 4	0,4*
Коэффициент Фультон Fulton's condition factor	<u>2,85–3,94</u> 3,37	<u>0,95–1,42</u> 1,34
Стадия зрелости Gonad maturation stage	<u>III–IV</u> IV	<u>III–VI</u> IV
Соотношение полов ♀:♂:juv. Sex ratio ♀:♂:juv.	1:0:0	4:1:0
Возраст, лет Age, years	<u>2+ – 3+</u> 3+	<u>2+ – 3+</u> 3+
Количество, экз. Number, specimens	7	6
Длительность вылова, ч Fishing duration, hours	12	3

Примечание. В ячейках над дробной чертой записаны диапазоны минимум–максимум, под дробной чертой – медиана (для строки «Возраст» указана мода); *масса гонад только одной верховки была выше порога чувствительности весов 0,2 г.

Note. Min–max ranges are given above fraction bar; median (the mode for the “Age” row) – below the fraction bar; *gonad weight of only one sunbleak exceeded the balance’s sensitivity threshold of 0.2 g.

Таблица 3. Характеристики улова в оз. Лещевом, 2025 г.

Table 3. Characteristics of the catch in Lake Leshchevov, 2025

Характеристика Characteristics	<i>P. fluviatilis</i> (1)	<i>P. fluviatilis</i> (2)	<i>A. alburnus</i>	<i>S. erythrophthalmus</i>
Зоологическая длина, см Total length, cm	12,1	15,7	12,0	15,8
Длина тела, см Standard length, cm	10,6	13,2	10	13,1
Высота тела, см Body depth, cm	2,4	3,3	2,3	4,2
Полная масса, г Whole body wet weight, g	21,9	45,5	11,2	45,5
Масса тушки, г Body wet weight without internal organs, g	20,4	41,7	8,7	40,7
Масса гонад, г Gonad weight, g	*	*	**	1,6
Коэффициент Фультон Fulton's condition factor	1,84	1,98	1,12	2,02
Возраст, лет Age, years	1+	2+	1+	3+

Примечание. *Пойманные окуни были ювенильными особями; **массу гонад уклей не зафиксировали, так как почти вся брюшная полость рыбы была занята паразитическим ленточным червем, а внутренние органы находились в крайне истощенном состоянии.

Note. *Captured perch were juveniles; **the gonad weight of *A. alburnus* was not measured, since almost the entire abdominal cavity was occupied by parasitic tapeworm, and the internal organs were severely atrophied.

декады июня в нерестовый период. Об этом свидетельствует тот факт, что обычно обильная в июльских уловах красноперка попала только единожды за сутки и при этом носила зрелую икру. Также в пользу этого предположения говорит поимка единственной уклей, пораженной гельминтозом. Вероятно, голод, как следствие истощения, и стал причиной ее поимки в единственном экземпляре, в то время как остальные уклей не проявили интереса к наживке, что также может свидетельствовать о нересте.

Присутствие в уловах из оз. Германовского только окуня не исключает наличия в составе ихтиоценоза других видов. Тем не менее можно предположить, что окунь – наиболее массовый вид для этого водоема, из чего следует принадлежность озера к типу, где доминирует окунь [Китаев, 2007]. Если учесть, что оз. Германовское – ацидный мезотрофный водоем с низкой степенью зарастания, водосбор которого представлен верховым болотом [Воякина, 2017], то с большой вероятностью оно принадлежит непосредственно к окуневому типу. Это озеро полностью соответствует картине «окна в болотах», которой В. К. Лесненко описывает дистрофные озера окуневого типа [Лесненко, Абросов, 1973].

Для более полной картины ихтиологической информации проведено сопоставление полученных в ходе работы данных с материалами работы экспедиции Карельского филиала АН СССР 1977–1980 гг. [Куликова и др., 1983]. Оз. Лещевое и тогда, и в настоящее время имеет наиболее разнообразную ихтиофауну среди валаамских озер, вследствие чего по нему было собрано наибольшее количество ихтиологических данных. Известно, что лещ приходил на нерест в оз. Лещевое из Ладожского озера в первой половине июля [там же]. Линь (*Tinca tinca* (L., 1758)), который во всей Карелии считается редким видом и обитает только в водоемах Приладожья, встречался в оз. Лещевом с той же частотой, что и лещ, и, возможно, обитает в озере постоянно в связи с подходящими условиями среды [там же]. Окунь, как и в настоящее время, был представлен формой, называемой травяным окунем, сосредоточенной в прибрежных зарослях и отличающейся высокой численностью и тугорослостью [там же]. Так как в оз. Лещевом большинство видов рыб бентоядны, в 1977–1980 гг. высказывалось предположение, что главный фактор замедленного роста рыб в озере – пищевая конкуренция, от которой свободны только уклей и щука [там же]. Но это не согласуется с тугорослостью окуня и, скорее всего, вызвано внешними условиями среды, например, недостаточным количеством градусодней в году. Этот вопрос в дальнейшем требует

более детального изучения. Сопоставление данных о видовом составе представлено в табл. 4.

Ихтиофауна внутренних озер Валаама включает как распространенные повсеместно эврибионтные виды, так и виды, нехарактерные для Карелии. Из числа эврибионтных видов представлены: плотва, уклей, окунь, ерш, щука и трехиглая колюшка (*Gasterosteus aculeatus* (L., 1758)), которая в ходе исследования не отмечена, так как на оз. Крестовом полевых работ не проводилось. К нехарактерным относятся виды волго-каспийского комплекса: линь, карась, красноперка, густера [Куликова и др., 1983; Лукин и др., 2013]. Наличие последних, вероятнее всего, связано с повышенным поступлением органики, высокой цветностью и пониженной прозрачностью валаамских озер по сравнению с соразмерными карельскими озерами [Рыжков и др., 2012; Степанова и др., 2021a]. Поэтому к валаамским озерам можно применить закономерности, которые выявили при изучении озер южной части Северо-Западного региона. Так, в настоящей работе использовали данные по ихтиологической типологии озер Псковской области [Лесненко, Абросов, 1973].

Целесообразно сравнить новые данные по измерениям рыб с известными литературными сведениями о популяциях видов-доминантов в озерах Крестовое и Лещевое [Куликова и др., 1983] (табл. 5). Ювенильные особи окуня, пойманные в июне 2025 г. в оз. Лещевом, по размеру были чуть меньше среднего окуня в уловах 1970-х гг. Красноперка из оз. Лещевого, судя по данным 1970-х гг., относится к наименьшей размерной группе, встречавшейся в озере. Самки карасей, пойманные в оз. Никоновском, по показателю длины сходны с крупными карасями из оз. Крестового. Тугорослых карасей, отмеченных в оз. Крестовом [Куликова и др., 1983], на оз. Никоновском не наблюдали. По имеющимся данным можно с осторожностью предположить, что самки карасей из оз. Крестового упитаннее самок карасей из оз. Никоновского, но достоверность данного факта и его причины можно выявить только при дальнейших исследованиях.

Ихтиоценоз – это полноценная характеристика озера, связанная с такими лимнологическими показателями, как трофность [Лесненко, Абросов, 1973], сапробность [Макрушин, 1974], биомасса фитопланктона, зоопланктона, бентоса и др. [Китаев, 2007]. Поэтому представляет интерес сопоставление ихтиологических данных по валаамским озерам с результатами их классификации на основе других лимнологических характеристик. Для объективного сопоставления сравнивали между собой результаты только классификаций, характеризующих

Таблица 4. Обобщение материалов по ихтиоценозам озер о. Валаам по результатам исследований АН СССР 1977–1980 гг. и уловам 2004–2026 гг.

Table 4. Summary of data on the ichthyocenoses of the lakes on Valaam Island based on the results of research by the Academy of Sciences of the USSR in 1977–1980 and catch records from 2004 to 2026

Состав ихтиоценоза, 1977–1980 гг. Species composition, 1977–1980	Характеристика ихтиоценоза, 1977–1980 гг. Ichthyocenosis description, 1977–1980	Выявленные виды, 2004–2026 гг. Identified species, 2004–2026	Виды, выявленные авторами работы, 2025 г. Species identified by the authors of the work, 2025
Конеvские озера: Игуменское, Черное, Оссиево Lakes Konevskie (Igumenskoe, Chernoe, Ossievo)			
Окунь, плотва, красноперка Perch, roach, common rudd	Мелкие, тугорослые особи, численность невелика Small, slow-growing specimens; population size is small	–	–
Крестовое Krestovoe			
Карась, уклея, язь, трехиглая колюшка Crucian carp, bleak, ide, three-spined stickleback	Доминанты: карась, уклея. Популяция карася имеет низкие темпы роста (максимум до 2 лет, минимум с 8 лет) Dominant species: crucian carp, bleak. The crucian carp population shows slow growth rates (maximum age of 2 years, minimum age of 8 years)	–	–
Лещевое Leshchevoe			
Красноперка, плотва, лещ, густера, линь, уклея, карась, окунь, ерш, щука Common rudd, roach, bream, silver bream, tench, bleak, crucian carp, perch, ruff, pike	Наибольшее разнообразие. Доминанты: плотва, красноперка, окунь, густера Greatest diversity. Dominant species: roach, common rudd, perch, silver bream	Плотва/roach (<i>R. rutilus</i>) ¹ , красноперка/common rudd (<i>S. erythrophthalmus</i>) ¹ , окунь/ perch (<i>P. fluviatilis</i>) ¹ , щука/ pike (<i>E. lucius</i>) ¹ , лещ/bream ¹ , ерш/ruff ³ , линь/tench ³	Уклея/bleak (<i>A. alburnus</i>) ² , красноперка/common rudd (<i>S. erythrophthalmus</i>) ² , окунь/perch (<i>P. fluviatilis</i>) ² , щука/pike (<i>E. lucius</i>) ¹
Никоновское Nikonovskoe			
–	–	Карась серебряный/silver crucian carp (<i>C. auratus</i>) ¹ , карась обыкновенный/ crucian carp (<i>C. carassius</i>) ¹	Карась обыкновенный/ crucian carp (<i>C. carassius</i>) ² , верховка/sunbleak (<i>L. delineatus</i>) ¹
Сисяярви Sisjarvi			
Красноперка, плотва, лещ, густера, линь, уклея, окунь, ерш, щука Common rudd, roach, bream, silver bream, tench, bleak, perch, ruff, pike	Наибольшая численность рыб Highest fish abundance	Окунь/perch (<i>P. fluviatilis</i>) ¹ , щука/pike (<i>E. lucius</i>) ¹ , плотва/roach (<i>R. rutilus</i>) ¹	–
Германовское Germanovskoe			
–	–	Окунь/perch ³	–

Примечание. Виды приведены по: ¹фотографическому материалу посетителей станции, монастырской службы и авторов работы, ²выловленным авторами экземплярам, ³устным свидетельствам. Латинское название приведено для видов, идентифицированных по определителю. Прочерк означает отсутствие наблюдений.

Note. Species are reported based on: ¹photographic material provided by station visitors, monastery staff, and the authors of this study; ²specimens collected by the authors; ³verbal accounts. Scientific names are provided for species identified using a taxonomic key. A dash indicates the absence of observations.

Таблица 5. Сводка ихтиологических данных по видам-доминантам озер Крестового и Лещевого по результатам исследований 1977–1980 гг.

Table 5. Summary of ichthyological data on dominant species in Lakes Krestovoe and Leshchevov based on research conducted in 1977–1980

Озеро Lake	Группа рыб Fish group	Длина*, см Length*, cm	Полная масса, г Whole body wet weight, g	Возраст, лет Age, years	♀:♂
Крестовое Krestovoe	Карась (самки) Crucian carp (female)	7,4–17,3 13,3	12,3–172 98	3–10 4–7	3,4:1
	Карась (самцы) Crucian carp (male)	9,4–14,9 12,7	24–119 70		
Лещевое Leshchevov	Плотва Roach	х–20 14,5	х–170 85	2–6 4–5	×
	Красноперка Common rudd	12–22 17	18,5–258 ×	х–8 4–5	5,7:1
	Густера Silver bream	9,8–15 ×	25–99 45	×	×
	Окунь Perch	х–20+ 15	×	х–9 ×	×

Примечание. В ячейках над дробной чертой приведены диапазоны минимум–максимум, под дробной чертой – среднее (в графе «возраст» – диапазон наиболее часто встречающихся в уловах возрастов), × – данные отсутствуют. *Длина была обозначена как «АД (макс. длина)» [Куликова и др., 1983] – речь либо о промысловой длине (АД) от кончика рыла до конца чешуйчатого покрова и начала хвостового плавника, в классических работах того времени принятая за основную длину [Чугунова, 1959], либо о полной, зоологической длине (АВ) от начала рыла до окончания хвостового плавника [там же].

Note. Min–max ranges are given above the fraction bar, and the mean below the bar (“Age” column shows the range of the most frequent ages in the catches); × – no data. *Length was designated as “AD (max. length)” [Kulikova et al., 1983]. This refers either to the commercial (standard) length (AD), measured from the tip of the snout to the posterior end of the scales (base of the caudal fin), which was considered the primary length metric in classic studies of that time [Chugunova, 1959], or to the total length (AB), measured from the tip of the snout to the end of the caudal fin [ibid.].

один и тот же лимнологический аспект водоема: сходство сообществ (табл. 6), трофность (табл. 7), сапробность (табл. 8).

Далее произвели сравнение по сообществам короткоциклового организма – фито- и зоопланктона; макрофитов с вегетацией весь летний сезон и продолжительностью жизни от одного года до нескольких лет; рыб с продолжительностью жизни, измеряемой годами. Предполагалось, что по этому принципу более индивидуальна будет характеристика озер по планктонным организмам, отражающим быструю динамику экосистемы, а наиболее обобщенная – по макрофитам и рыбам. Однако это предположение оправдалось лишь частично: озера Сисяярви и Германовское были обособлены по всем классификациям, так как оз. Сисяярви (лещево-уклейный тип) – наиболее связанный с Ладогой водоем острова [Степанова и др., 2021б], а оз. Германовское (окуневый тип) изолировано от остальных озер и имеет экстремально кислые условия [Воякина, 2021]. На оз. Лещевое, по текущему состоянию больше всего сходное с оз. Крестовым, повлияла связь с оз. Сисяярви и Ладогой, поэтому его историческое состояние и ихтиологический тип занимает промежуточное положение между оз. Сисяярви и внутренними озерами. Остальные озера, принадлежащие к плотвично-окуневому и карасевому типам, не имеют четкого

разделения по прочим классификациям, что, вероятно, указывает на сходство воздействующих на них в настоящее время факторов.

Чтобы проверить, вносят ли рыбы-индикаторы важный вклад в оценку состояния водоема, вычисляли индекс сапробности по Р. Пантле и Г. Букку (табл. 8), так как в этом индексе рыбам присвоены индикаторные числовые значения [Макрушин, 1974]. Проблема такой оценки заключается в невозможности посчитать индекс сапробности отдельно по рыбам: из 18 возможных рыб-индикаторов в валаамских озерах отмечено 1–5 видов, в то время как оптимальное количество видов-индикаторов для расчета индекса сапробности ≥ 12 [Шитиков и др., 2003]. Поэтому сравнивались два варианта расчета индекса: с рыбами и без рыб. Отсутствие рыб в выборке не произвело достоверных различий в результатах (t-статистика –0,39 не выходит за порог t критической 1,76), коэффициент корреляции Спирмена достоверно показал сильную прямую связь (0,98) между ними. Однако отсутствие рыб в выборке все же вносит неточность в оценку. Так, в случае валаамских озер показатель сапробности в целом занижается. Поэтому кажущийся незначительным вклад рыб в оценку водоема может сыграть важную роль при рассмотрении водоемов с большим разнообразием рыб, например, крупных озер Карелии, а также водоемов в переходных состояниях.

Таблица 6. Классификации валаамских озер по сходству сообществ
Table 6. Classifications of the Valaam lakes based on community similarity

Озеро Lake		Классификация по макрофитам ¹ Classification by macrophyte community ¹	Классификация по фитопланктону ² Classification by phytoplankton community ²	Классификация по зоопланктону ³ Classification by zooplankton community ³	Ихтиоло- гический тип ⁴ Ichthyological type ⁴
Сисяярви Sisjarvi		Заращение 5 %, 22 вида 5 % coverage, 22 species	Доминант: цианобактерии, дают пик численности. 2 пика биомассы: раннелетний (золотистые и диатомовые), осенний (цианобактерий и/или рафидофитовых) Dominant: cyanobacteria, which exhibit a population peak. Two biomass peaks: early summer (chrysophytes and diatoms) and autumn (cyanobacteria and/ or raphidophytes)	Холодноводное оксифильное сообщество, выровненная структура, максимальное разнообразие, высокая масса тела Cold-water oxyphilic community, even structure, maximum diversity, high body mass	Лещево- уклейный Bream-bleak
Лещевое Leshchevoo		Заращение 10–15 %, 48 видов 10–15 % coverage, 48 species	Доминант: цианобактерии, пик обилия в июле или сентябре Dominant: cyanobacteria, peak abundance in July or September	Высокое разнообразие и масса тела, выровненная структура High diversity and body mass, even structure	
Крестовое Krestovoo		Заращение 15 %, 11 видов 15 % coverage, 11 species			Карасевый Crucian carp
Коневские Konevskie	Игуменское Igumenskoo	Заращение 10 %, 17–24 вида 10 % coverage, 17–24 species	Доминант: изменчив. 1–2 пика: раннелетний (золотистые и диатомовые), осенний (цианобактерии и/или рафидофитовые) Dominant: variable. 1–2 peaks: early summer (chrysophytes and diatoms), autumn (cyanobacteria and/ or raphidophytes)	Низкое разнообразие и масса тела, доминанты: коловратки <i>Filinia</i> , <i>Brachionus</i> и седиментаторы Low diversity and body mass; dominant taxa: <i>Filinia</i> and <i>Brachionus</i> rotifers and sedimentators	Плотвично- окуневый Roach-perch
	Черное Chernoo	Заращение 20 %, 17–25 видов 20 % coverage, 17–25 species			
	Оссиёво Ossievo	Заращение 45–50 %, 17–26 видов 45–50 % coverage, 17–26 species			
Никоновское Nikonovskoo		Заращение 20 %, 17–24 вида 20 % coverage, 17–24 species		Низкое разнообразие и масса тела, доминанты: коловратки <i>Kellicottia longispina</i> и седиментаторы Low diversity and body mass, dominant taxa: <i>Kellicottia</i> <i>longispina</i> rotifers and sedimentators	Карасевый Crucian carp
Германовское Germanovskoo		Заращение 10 %, 9 видов 10 % coverage, 9 species	Доминант: хлорококковые, криптофитовые. Пик летом (хлорококковые) Dominant: Chlorococcales, cryptophytes. Summer peak (Chlorococcales)	Бедный состав, низкая масса тела Species-poor composition, low body mass	Окуневый Perch

Примечание. По: ¹[Зуева, 2010; Buenano, Zueva, 2023], ²[Воякина, 2007, 2021], ³[Степанова, 1998], ⁴[Лесненко, Абросов, 1973].

Note. Sources: ¹[Zueva, 2010; Buenano, Zueva, 2023], ²[Voyakina, 2007, 2021], ³[Stepanova, 1998], ⁴[Lesnenko, Abrosov, 1973].

Таблица 7. Классификации валаамских озер по уровню трофности

Table 7. Classifications of the Valaam lakes by trophic status

Озеро Lake		Трофность по скорости фотосинтеза ¹ Trophic status based on photosynthesis rate ¹	Трофность по ихтиологическому типу ² Trophic status based on ichthyological type ²
Коневские Konevskie	Игуменское Igumenskoe	Мезотрофное с чертами эвтрофии Mesotrophic with eutrophic characteristics	Эвтрофное Eutrophic
	Черное Chernoe		
	Оссиёво Ossievo		
Лещёвое Leshchevov			Мезотрофное Mesotrophic
Крестовое Krestovoe			
Сисяярви Sisjarvi			
Никоновское Nikonovskoe		Эвтрофное Eutrophic	Гиперэвтрофное (дистрофицирующееся) Hypereutrophic (undergoing dystrophication)
Германовское Germanovskoe		Мезотрофное Mesotrophic	Дистрофное Dystrophic

Примечание. По: ¹[Воякина, 2017], ²[Лесненко, Абросов, 1973].

Note. Sources: ¹[Voyakina, 2017], ²[Lesnenko, Abrosov, 1973].

Таблица 8. Значения индекса сапробности валаамских озер

Table 8. Saprobic index values for the Valaam lakes

Озеро Lake		S _{пв} по всем организм- индикаторам без рыб ¹ S _{пв} based on all indicator organisms excluding fish ¹	S _{пв} по всем организмам-индикаторам ¹ S _{пв} based on all indicator organisms including fish ¹	ε	S
Коневские Konevskie	Игуменское Igumenskoe	1,89	1,89	0,00	β
	Черное Chernoe	1,97	1,96	0,01	β-α
	Оссиёво Ossievo	1,71	1,74	-0,03	β
Лещёвое Leshchevov		1,81	1,84	-0,03	β
Крестовое Krestovoe		2,18	2,25	-0,08	α
Никоновское Nikonovskoe		1,65	1,76	-0,11	β
Сисяярви Sisjarvi		1,60	1,64	-0,04	β
Германовское Germanovskoe		1,28	1,42	-0,14	β

Примечание. S_{пв} – значение индекса по Пантле и Букку; S – зона сапробности; ε – ошибка при неучете вклада в значение индекса рыб; α – α-мезосапробная зона; β – β-мезосапробная зона; По: ¹[Макрушин, 1974; Кокин, 1982; Гальцова, Дмитриев, 2007].

Note. S_{пв} – Pantle & Buck index value; S – saprobic zone; ε – error after excluding fish from index calculation; α – α-mesosaprobic zone; β – β-mesosaprobic zone; Sources: ¹[Makrushin, 1974; Kokin, 1982; Galtsova, Dmitriev, 2007].

Целесообразно сопоставить классификации по комплексам абиотических и биотических показателей. В нашем случае абиотическими показателями послужили многолетние данные мониторинга [Воякина, 2017], а биотическими – сообщество рыб, выраженное ихтиологическим типом озера. Дендрограммы разбиения на кластеры озер по значениям лимнологических показателей позволяют

продемонстрировать сходство и различие водоемов с разных сторон: по средним значениям – наиболее характерным условиям обитания (рис. 2, а) и крайним значениям – диапазонам экстремальной изменчивости условий (рис. 2, б). Чтобы сохранить это преимущество при сопоставлении с ихтиологической классификацией водоемов, использовался не один из вариантов кластеризации, а их синтез.

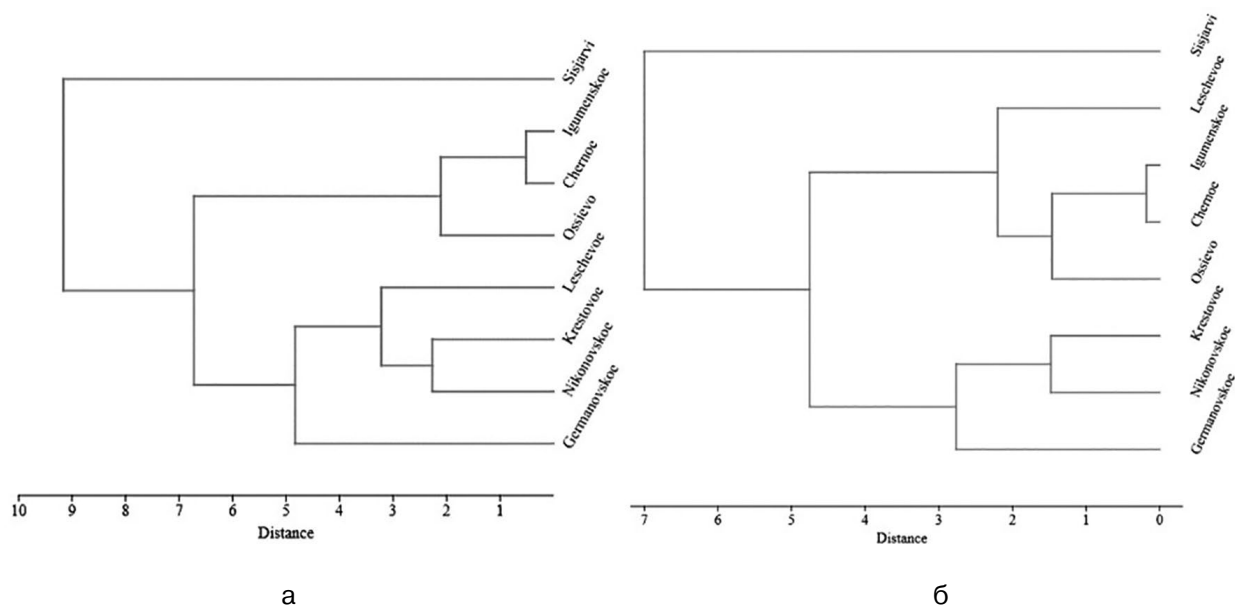


Рис. 2. Дендрограммы кластеризации восьми валаамских озер (метод Уорда, метрика Евклида): а – по крайним значениям абиотических факторов; б – по средним значениям абиотических факторов

Fig. 2. Cluster dendrograms of eight Valaam lakes (Ward's method, Euclidean distance): а – based on extreme values of abiotic factors; б – based on mean values of abiotic factors

В обоих вариантах в отдельные макрогруппы выделяются: 1) оз. Сисяярви, 2) Коневские озера, 3) оставшиеся озера-ламбы – Крестовое, Никоновское и Германовское. Различие вносит оз. Лещевое, в варианте классификации по крайним значениям приближенное к третьей группе, а по средним – к Коневским озерам. Оз. Германовское в обоих вариантах достаточно обособлено от остальных озер в группе. Таким образом, в отдельные группы по абиотическим факторам следует выделить: 1) оз. Сисяярви, 2) Коневские озера, 3) оз. Лещевое, которое занимает промежуточное положение между Коневскими и остальными очень малыми озерами, 4) озера-ламбы с выделением Германовского в отдельную подгруппу на основании большой дистанции от других озер группы в обоих вариантах классификации. Такое разбиение учитывает различия водоемов по типичным и нетипичным условиям обитания гидробионтов, а также отражает эмерджентные биотические свойства озер – характер продукционных процессов [Воякина, 2017], который тесно связан с типом ихтиоценоза [Китаев, 2007]. Таким образом, эту информацию необходимо учесть при сопоставлении полученных классов с классификацией по ихтиологическим типам (табл. 9). Также приведена классификация [Степанова и др., 2010] рассматриваемых валаамских озер по устоявшейся, разработанной для малых озер Карелии гидрохимической классификации

[Лозовик и др., 1991]. При сравнении с ней имеющихся данных становится видно, что при добавлении к гидрохимическим показателям других абиотических факторов (размерные характеристики, прозрачность) классификация лучше отражает наблюдаемые экологические различия: Крестовое и Лещевое озера, принадлежащие к одному гидрохимическому типу, относятся к разным кластерам.

Заключение

Впервые за последние 45 лет (с 1980 г.) проведено исследование ихтиофауны внутренних озер о. Валаам. Заполнены пробелы в изученности водоемов: впервые описан видовой состав ихтиоценоза оз. Никоновского (выявлены *Carassius carassius*, *C. auratus*, *Leucaspis delineatus*), отмечен факт обитания *Perca fluviatilis* в оз. Германовском. Подтверждено присутствие ряда видов в оз. Лещевом (*Alburnus alburnus*, *Scardinius erythrophthalmus*, *P. fluviatilis*, *Esox lucius*, *Rutilus rutilus*, *Abramis brama*, *Tinca tinca*) и в оз. Сисяярви (*P. fluviatilis*, *E. lucius*, *R. rutilus*).

Для карасей и верховки оз. Никоновского впервые получены значения коэффициента Фультона – это индивидуальная характеристика популяции, которая необходима для дальнейшего мониторинга и сопоставления его результатов с данными, полученными в других частях ареала.

Таблица 9. Сопоставление классификации валаамских озер по абиотическим лимнологическим показателям и ихтиологическому типу

Table 9. Comparison of classifications of the Valaam lakes based on abiotic limnological parameters and ichthyological type

Озеро Lake		Гидрохимический тип для малых озер Карелии ¹ Hydrochemical type for small lakes in Karelia ¹	Обобщенный результат кластеризации Generalized clustering result	Тип озера по ихтиоценозу Ichthyological type
Коневские Konevskie	Игуменское Igumenskoe	Нейтральные мезогумусные мезожелезистые с повышенным содержанием органики Neutral mesohumic, mesoferruginous, with elevated organic matter content	Высокая цветность, низкое содержание растворенной органики, стабильно очень высокая продукция, высокая скорость фотосинтеза High colour, low dissolved organic matter content, consistently very high productivity, high photosynthetic rate	Плотвично- окуневый Roach-perch
	Черное Chernoe			
	Оссиёво Ossievo	Нейтральные мезополигумусные мезополижелезистые с минерализацией 15–25 мг/л Neutral mesopolyhumic, mesopolyferruginous, with a mineralization of 15–25 mg/L		
Лещевое Leshchevoo	Высокая цветность, стабильно высокая продукция, высокая скорость фотосинтеза High colour, consistently high productivity, high photosynthetic rate		Лещево- уклейный Bream-bleak	
Крестовое Krestovoo	Минимальная прозрачность, очень высокая цветность, максимальное содержание растворенной органики, нестабильная продукция Minimal transparency, very high colour, maximum dissolved organic matter content, unstable production		Карасевый Crucian carp	
Никоновское Nikonovskoo		Нейтральные полигумусные мезополижелезистые с повышенным содержанием органики Neutral polyhumic, mesopolyferruginous with elevated organic matter content		
Германовское Germanovskoo		Ацидные полигумусные мезополижелезистые с минерализацией 10–15 мг/л Acidic polyhumic, mesopolyferruginous, with a mineralization of 10–15 mg/L	Максимальная кислотность, очень высокая цветность, высокое содержание растворенной органики, стабильно низкая продукция Maximum acidity, very high colour, high dissolved organic matter content, consistently low production	Окуневый Perch
Сисяярви Sisjarvi		Олигогумусный, нейтрально- олигощелочной водоем ² Oligohumic, neutral- to-oligoalkaline water body ²	Максимальные прозрачность и минерализация, средние цветность и содержание растворенной органики, стабильно низкая продукция Maximum transparency and mineralization; moderate colour and dissolved organic matter content; consistently low productivity	Лещево- уклейный Bream-bleak

Примечание. По: ¹[Лозовик и др., 1991; Степанова и др., 2010], ²[Степанова и др., 2021б].

Note. Sources: ¹[Lozovik et al., 1991; Stepanova et al., 2010], ²[Stepanova et al., 2021b].

Апробация ихтиологических типов (плотвично-окуневого, лещево-уклейного, карасевого, окуневого) показала их информативность. Ихтиологическая классификация дополняет традиционные лимнологические подходы. Так, она позволяет выявлять отсутствующие в других шкалах градации (например, дистрофное состояние). Ихтиологическая классификация характеризует не только ихтиоценоз, но и связанные с ним сообщества, а также отражает долгосрочный (ретроспективный) статус водной среды, в отличие от быстро реагирующих планктонных сообществ.

Показано, что вклад рыб-индикаторов в расчет индекса сапробности по Пантле и Букку для

малых озер с низким видовым разнообразием статистически незначим из-за малого числа видов-индикаторов. Однако их учет важен для предотвращения занижения общей сапробности для крупных озер и водоемов в переходных состояниях.

Важным методическим результатом стала успешная реализация принципов гражданской науки. Привлечение опросных и фотографических материалов волонтеров, собранных за 2004–2026 гг., существенно расширило временные рамки наблюдений. Данный подход может применяться при исследовании других малоизученных водных объектов.

Авторы благодарят за помощь в проведении данного исследования руководителя практики на УНС «Валаам» Е. Ю. Воякину; рыболовов-любителей Н. Аниканова, И. Гаснера, А. Зуева, Ф. Зуева, Ю. Зуева, В. Осокина, Д. Семенова, А. Тюльпанова, А. Яковлева, Е. Яценко, И. Крутенко; братию Спасо-Преображенского Валаамского монастыря и лично монаха Иринарха, приславших фотографии и информацию о дате и месте вылова рыб; заведующего лабораторией рыбохозяйственных исследований РГГМУ Н. В. Попова за предоставление доступа к лаборатории и оборудованию; за геоинформационную поддержку благодарим А. В. Бабина.

Литература

- Борисов П. Г., Овсянников Н. С. Определитель промысловых рыб СССР. М.: Пищпромиздат, 1954. 179 с.
- Воякина Е. Ю. Исследование природных комплексов на острове Валаам // Экогидромет – новые горизонты: Мат-лы IV Междунар. молодежной науч.-практ. конференции (Санкт-Петербург, 13–14 марта 2025 г.). СПб., 2025. С. 5–7.
- Воякина Е. Ю. Особенности продукционных процессов в озерах Валаамского архипелага // Труды Зоологического института РАН. 2017. Т. 321, № 1. С. 10–18. doi: 10.31610/trudyzin/2017.321.1.10
- Воякина Е. Ю. Сукцессия фитопланктона озер Валаамского архипелага // Вопросы современной альгологии. 2021. № 2(26). С. 24–28. doi: 10.33624/2311-0147-2021-2(26)-24-28
- Воякина Е. Ю. Фитопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2007. 23 с.
- Гальцова В. В., Дмитриев В. В. Практикум по водной экологии и мониторингу состояния водных экосистем. СПб.: Наука, 2007. 364 с.
- Зуева Н. В. Водная флора малых лесных озер Валаамского архипелага // Гидробиотаника 2010: Мат-лы I (VII) Междунар. конференции по водным макрофитам (Борок, 9–13 октября 2010 г.). Борок, 2010. С. 130.
- Иванов П. В. Классификация озер мира по величине и по их средней глубине // Бюллетень ЛГУ. 1948. № 20. С. 29–36.
- Китаев С. П. Основы лимнологии для гидробиологов и ихтиологов. Петрозаводск: Карел. науч. центр РАН, 2007. 395 с.
- Кокин К. А. Экология высших водных растений. М.: Изд-во МГУ, 1982. 158 с.
- Куликова Е. Ф., Куликова Т. П., Соколова В. А. Фауна озер о. Валаам // Природные комплексы Валаама и воздействие на них рекреации / Науч. ред. А. А. Кучко, И. П. Лазарева. Петрозаводск: Карел. фил. АН СССР, 1983. С. 156–174.
- Лесненко В. К., Аброров В. Н. Озера Псковской области. Псков: ЛГПИ им. А. И. Герцена, 1973. 153 с.
- Лозовик П. А., Сабылина А. В., Коваленко В. Н., Басов М. И., Харкевич Н. С. Гидрохимическая характеристика малых озер Карелии // Антропогенные изменения экосистем малых озер: Мат-лы Всесоюз. совещания, 27–29 марта 1990 г. Л.: Гидрометеоздат, 1991. С. 34–37.
- Лукин А. А., Первозванский В. Я., Шарова Ю. Н., Георгиев А. П. Ихтиофауна // Озера Карелии: справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. С. 56–66.
- Макрушин А. В. Библиографический указатель по теме «Биологический анализ качества вод» с приложением списка организмов-индикаторов загрязнения / АН СССР; Зоол. ин-т; Всесоюз. гидробиол. о-во. Л., 1974. 53 с.
- Рыжков Л. П., Артемьева Н. В., Горохов А. В., Марченко Л. П., Раднаева В. А., Рябинкина М. Г. Электронный справочник по озерам бассейна Северной Ладоги // Электронная библиотека Республики Карелия. 2012. 69 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://elibrary.petsu.ru/book.shtml?levelID=003&id=16122&cType=1> (дата обращения: 15.02.2026).
- Степанова А. Б., Бабин А. В., Зуева Н. В., Зуев Ю. А., Воякина Е. Ю., Семадени И. В. Анализ антропогенного воздействия на водную систему Валаамского архипелага // Экосистемы Валаамского архипелага (Ладожское озеро) на рубеже XX и XXI веков. Черты уникальности и современное состояние: атлас. СПб.: РГГМУ, 2016. С. 31–41.
- Степанова А. Б., Воякина Е. Ю., Зуева Н. В., Куличенко А. Ю., Бабин А. В. Малые изолированные лесные озера // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата / Под ред. С. А. Кондратьева, Ш. Р. Позднякова, В. А. Румянцев. М.: РАН, 2021а. С. 477–484.
- Степанова А. Б., Воякина Е. Ю., Зуева Н. В., Куличенко А. Ю., Чернышев А. Н. Внутренние озера, связанные с Ладогой // Современное состояние и проблемы антропогенной трансформации экосистемы Ладожского озера в условиях изменяющегося климата / Под ред. С. А. Кондратьева, Ш. Р. Позднякова, В. А. Румянцев. М.: РАН, 2021б. С. 471–477.
- Степанова А. Б. Зоопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 1998. 20 с.
- Степанова А. Б., Шарафутдинова Г. Ф., Воякина Е. Ю. Гидрохимические особенности малых озер о. Валаам // Ученые записки РГГМУ. 2010. № 12. С. 97–109.
- Филатов Н. Н., Литвиненко А. В., Потахин М. С. Гидрографические особенности водоемов // Озера Карелии: справочник / Под ред. Н. Н. Филатова, В. И. Кухарева. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2013. С. 15–21.
- Чернышев А. Н., Сергеева В. О., Котова А. К., Никитина С. Н., Бабин А. В., Воякина Е. Ю., Степанова А. Б. Особенности лимнологических параметров системы «Лещевое озеро – Лещевый залив» в период максимального прогрева воды (Валаамский

архипелаг, Ладожское озеро) // Гидрометеорология и экология. 2020. № 61. С. 460–479. doi: 10.33933/2074-2762-2020-61-460-479

Чугунова Н. И. Руководство по изучению возраста и роста рыб: метод. пособие по ихтиологии. М.: АН СССР, 1959. 164 с.

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

Buenano B. B., Zueva N. V. Macrophytes as indicators of the ecological status of Valaam island small lakes system // *Geography, Environment, Sustainability*. 2023. No. 1(16). P. 103–110. doi: 10.24057/2071-9388-2022-056

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis // *Palaeontologia Electronica*. 2001. Vol. 4(1). Art. 4. URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (дата обращения: 17.12.2025).

References

Borisov P. G., Ovsyannikov N. S. A key to commercial fishes of the USSR. Moscow: Pishchpromizdat; 1954. 179 p. (In Russ.)

Buenano B. B., Zueva N. V. Macrophytes as indicators of the ecological status of Valaam island small lakes system. *Geography, Environment, Sustainability*. 2023; 1(16):103–110. doi: 10.24057/2071-9388-2022-056

Chernyshev A. N., Sergeeva V. O., Kotova A. K., Nikitina S. N., Babin A. V., Voyakina E. Yu., Stepanova A. B. Features of the limnological parameters of the Lake Leshchevoe – Leshchevy Bay system during maximum water heating period (Valaam Archipelago, Lake Ladoga). *Gidrometeorologiya i ehkologiya = Hydrometeorology and Ecology*. 2020;61:460–479. (In Russ.). doi: 10.33933/2074-2762-2020-61-460-479

Chugunova N. I. A guide for studying fish age and growth (methodological manual on ichthyology). Moscow: AN SSSR; 1959. 164 p. (In Russ.)

Filatov N. N., Litvinenko A. V., Potakhin M. S. Hydrographic features of water bodies. *Ozera Karelii: spravochnik = Lakes of Karelia: a reference book*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2013. P. 15–22. (In Russ.)

Gal'tsova V. V., Dmitriev V. V. Practical course on aquatic ecology and monitoring of aquatic ecosystems. St. Petersburg: Nauka; 2007. 364 p. (In Russ.)

Hammer Ø., Harper D. A. T., Ryan P. D. PAST: Paleontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*. 2001;4(1):4. URL: http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm (accessed: 17.12.2025).

Ivanov P. V. Classification of world lakes by size and average depth. *Byulleten' LGU = Bulletin of Leningrad State University*. 1948;20:29–36. (In Russ.)

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

Kokin K. A. Ecology of higher aquatic plants. Moscow: MGU; 1982. 158 p. (In Russ.)

Kulikova E. F., Kulikova T. P., Sokolova V. A. Fauna of lakes on Valaam Island. *Prirodnye komplekсы Valaama*

i vozdeistvie na nikh rekreatsii = Natural complexes of Valaam and the impact of recreation. Petrozavodsk: Karel. fil. AN SSSR; 1983. P. 156–174. (In Russ.)

Lesnenko V. K., Abrosov V. N. Lakes of the Pskov Region. Pskov: LGPI im. A. I. Gertsena; 1973. 153 p. (In Russ.)

Lozovik P. A., Sabylina A. V., Kovalenko V. N., Basov M. I., Kharkevich N. S. Hydrochemical characteristics of small lakes in Karelia. *Antropogennnye izmeneniya ehkosistem malykh ozer: materialy Vsesoyuznogo soveshchaniya (Leningrad, 27–29 marta 1990 g.) = Anthropogenic changes in small lake ecosystems: Proceed. of the All-Union meeting (Leningrad, March 27–29, 1990)*. Leningrad; 1991. P. 34–37. (In Russ.)

Lukin A. A., Pervozvanskii V. Ya., Sharova Yu. N., Georgiev A. P. Ichthyofauna. *Ozera Karelii: spravochnik = Lakes of Karelia: a reference book*. Petrozavodsk: KarRC RAS; 2013. P. 56–66. (In Russ.)

Makrushin A. V. Bibliographic index on the topic 'Biological analysis of water quality' with an appended list of organisms as pollution indicators. Leningrad; 1974. 53 p. (In Russ.)

Ryzhkov L. P., Artem'eva N. V., Gorokhov A. V., Marchenko L. P., Radnaeva V. A., Ryabinkina M. G. Electronic handbook of lakes in the Northern Ladoga basin. *Ehlektronnaya biblioteka Respubliki Kareliya = Digital library of the Republic of Karelia*. 2012. 69 p. (In Russ.). URL: <https://elibrary.petsu.ru/book.shtml?levelID=003&id=16122&cType=1> (accessed: 15.02.2026)

Shitikov V. K., Rozenberg G. S., Zinchenko T. D. Quantitative hydroecology: methods of system identification. Tolyatti: IEHVB RAN; 2003. 463 p. (In Russ.)

Stepanova A. B. Zooplankton of inland water bodies of the Valaam Archipelago and the adjacent area of Lake Ladoga: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. St. Petersburg; 1998. 20 p. (In Russ.)

Stepanova A. B., Babin A. V., Zueva N. V., Zuev Yu. A., Voyakina E. Yu., Semadeni I. V. Analysis of anthropogenic impact on the water system of the Valaam Archipelago. *Ehkosistemy Valaamskogo arhipelaga (Ladozhskoe ozero) na rubezhe XX i XXI vekov. Cherty unikal'nosti i sovremennoe sostoyanie: atlas = Ecosystems of the Valaam Archipelago (Lake Ladoga) at the turn of the XX and XXI centuries. Uniqueness and current state: atlas*. St. Petersburg: RGGMU; 2016. P. 31–41. (In Russ.)

Stepanova A. B., Sharafutdinova G. F., Voyakina E. Yu. Hydrochemical features of small lakes of the Island of Valaam. *Uchenye zapiski RGGMU = Proceed. of the Russian State Hydrometeorological University*. 2010;12:97–109. (In Russ.)

Stepanova A. B., Voyakina E. Yu., Zueva N. V., Kulichenko A. Yu., Babin A. V. Small isolated forest lakes. *Sovremennoe sostoyanie i problemy antropogennoi transformatsii ehkosistem Ladozhskogo ozera v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata = Current status and problems of anthropogenic transformation of the Lake Ladoga ecosystem under changing climate conditions*. St. Petersburg: RAS; 2021. P. 477–484. (In Russ.)

Stepanova A. B., Voyakina E. Yu., Zueva N. V., Kulichenko A. Yu., Chernyshev A. N. Inland lakes connected with Lake Ladoga. *Sovremennoe sostoyanie i problemy antropogennoi transformatsii ehkosistem*

Ladozhskogo ozera v usloviyakh izmenyayushchegosya klimata = Current status and problems of anthropogenic transformation of the Lake Ladoga ecosystem under changing climate conditions. St. Petersburg: RAS; 2021. P. 471–477. (In Russ.)

Voyakina E. Yu. Features of production processes in the lakes of the Valaam Archipelago. *Trudy Zoologicheskogo instituta RAN = Proceed. of the Zoological Institute RAS.* 2017;321(1):10–18. (In Russ.). doi: 10.31610/trudyzin/2017.321.1.10

Voyakina E. Yu. Phytoplankton succession in the lakes of the Valaam Archipelago. *Voprosy sovremennoi al'gologii = Issues of Modern Algology.* 2021;2(26): 24–28. (In Russ.). doi: 10.33624/2311-0147-2021-2(26)-24-28

Voyakina E. Yu. Phytoplankton of inland waters of the Valaam Archipelago and the adjacent area of Lake

Ladoga: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. St. Petersburg; 2007. 23 p. (In Russ.)

Voyakina E. Yu. Research of natural complexes on Valaam Island. *Ehkogidromet – novye gorizonty: Materialy IV Mezhdunar. molodezhnoi nauch.-prakt. konf. (Sankt-Peterburg, 13–14 marta 2025 g.) = Ekogidromet – new horizons: Proceed. of the IV Int. youth scientific and practical conf. (St. Petersburg, March 13–14, 2025).* St. Petersburg; 2025. P. 5–7. (In Russ.)

Zueva N. V. Aquatic flora of small forest lakes of the Valaam Archipelago. *Gidrobotanika 2010: Materialy I (VII) Mezhdunarodnoi konf. po vodnym makrofitam (Borok, 09–13 okt. 2010 g.) = Hydrobotany 2010: Proceed. of the I (VII) Int. conf. on aquatic macrophytes (Borok, Oct. 9–13, 2010).* Borok; 2010. P. 130. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 25.05.2026; принята к публикации / accepted: 21.07.2026.
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

Поддубский Георгий Тимурович

магистрант кафедры прикладной
и системной экологии

e-mail: 79046187649@yandex.ru

Гнездова Нина Александровна

магистрант кафедры прикладной
и системной экологии

e-mail: ninagnezdova@gmail.com

Гончарж Михаил Андреевич

магистрант кафедры прикладной
и системной экологии

e-mail: yarida33@gmail.com

Зуева Надежда Викторовна

канд. геогр. наук, доцент кафедры прикладной
и системной экологии

e-mail: nady.zuyeva@ya.ru

CONTRIBUTORS:

Poddubskiy, George

Master's Student

Gnezdova, Nina

Master's Student

Goncharzh, Michael

Master's Student

Zueva, Nadezhda

Cand. Sci. (Geog.), Associate Professor