

УДК 574.52

## СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА ОЗЕР БЕЛОЕ И ЛИПОВСКОЕ (КУРГАЛЬСКИЙ ПОЛУОСТРОВ)

А. Г. Русанов\*, Т. Ю. Газизова, А. Е. Лапенков, Т. В. Сапелко

Институт озероведения РАН, СПб ФИЦ РАН (ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург, Россия, 196105), \*rusanov@limno.ru

В августе 2023 г. проведено исследование сообществ высших водных растений в озерах Белое и Липовское, расположенных на территории Государственного природного заказника регионального значения «Кургальский». Видовой состав и пространственное распределение сообществ макрофитов фиксировались стандартным методом картирования фитолиторали. Изменение распределения макрофитов с глубиной изучали на трансектах в ходе водолазных работ. В олиготрофном оз. Белом доминируют погруженные гидрофиты *Lobelia dortmanna* с *Isoetes echinospora*, *I. lacustris*, *Myriophyllum alterniflorum* и *Littorella uniflora*. Глубина распространения лобелиевых сообществ в оз. Белом достигает 4 м. Сообщества гелофитов образуются *Phragmites australis* с *Scirpus lacustris* и *Typha latifolia*. Погруженные гидрофиты превышают по площади гелофиты в 4 раза. В солоноватом оз. Липовском произрастают как обычные пресноводные виды, так и виды, типичные для солоноводных водоемов. Сообщества гелофитов состоят преимущественно из *Phragmites australis* с *Bolboschoenus maritimus* и *Scirpus lacustris*. Сообщества погруженных макрофитов в основном состоят из *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *Myriophyllum sibiricum*, *Batrachium marinum* и *Najas marina*. Глубина распространения погруженных макрофитов в оз. Липовском достигает 3,5 м; площадь погруженных гидрофитов в нем превышает площадь гелофитов всего в 1,7 раза. Пологий уклон дна и высокая прозрачность воды способствуют более выраженному доминированию погруженных растений в оз. Белом по сравнению с оз. Липовским. Доминирование лобелиевых сообществ в оз. Белом соответствует олиготрофным условиям в водоеме. Широкое распространение в оз. Липовском видов – показателей эвтрофных (*Potamogeton pectinatus*, *Najas marina*) и мезотрофных (*Potamogeton perfoliatus*) условий указывает на мезотрофно-эвтрофный статус водоема.

Ключевые слова: высшая водная растительность; флористический состав; погруженные гидрофиты; гелофиты; олиготрофные озера; солоноватые озера

Для цитирования: Русанов А. Г., Газизова Т. Ю., Лапенков А. Е., Сапелко Т. В. Современное состояние растительного покрова озер Белое и Липовское (Кургальский полуостров) // Труды Карельского научного центра РАН. 2024. № 2. С. 51–64. doi: 10.17076/lim1864

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств гранта Российского научного фонда № 23-27-00128 (<https://rscf.ru/project/23-27-00128/>).

**A. G. Rusanov\*, T. Yu. Gazizova, A. E. Lapenkov, T. V. Sapelko. CURRENT STATE OF VEGETATION COVER OF LAKES BELOE AND LIPOVSKOE (KURGALSKY PENINSULA)**

*Institute of Limnology of the Russian Academy of Sciences, St. Petersburg Federal Research Center of the Russian Academy of Sciences (9 Sevastyanova St., 196105 St. Petersburg, Russia), \*rusanov@limno.ru*

In August 2023, a study of aquatic vascular plant communities was carried out in Lakes Beloe and Lipovskoe, located on the territory of the Kurgalsky State Nature Reserve of regional importance. The species composition and spatial distribution of macrophyte communities were recorded using the standard phytolittoral mapping method. Changes in the distribution of macrophytes by depth were studied on transects with scuba diving. In an oligotrophic Lake Beloe, submerged plant communities are formed by *Lobelia dortmanna* with *Isoetes echinospora*, *I. lacustris*, *Myriophyllum alterniflorum* and *Littorella uniflora*. The depth of distribution of *Lobelia* communities in Lake Beloe reaches 4 m. Helophyte communities are dominated by *Phragmites australis* with *Scirpus lacustris* and *Typha latifolia*. Submerged hydrophytes exceed the area of helophytes by 4 times. In a brackish Lake Lipovskoe, both common freshwater species and species typical of saltwater bodies occur. Helophyte communities consist predominantly of *Phragmites australis* with *Bolboschoenus maritimus* and *Scirpus lacustris*. Submerged communities are composed of *Potamogeton perfoliatus*, *P. pectinatus*, *Myriophyllum sibiricum*, *Batrachium marinum* and *Najas marina*. Depth of distribution of submerged macrophytes in Lake Lipovskoe reaches 3.5 m. In Lake Lipovskoe, the area of submerged hydrophytes exceeds the area of helophytes by only 1.7 times. Gently sloping shores and high water transparency contribute to a more pronounced dominance of submerged plants in Lake Beloe compared to Lake Lipovskoe. In Lake Beloe, the dominance of *Lobelia* communities corresponds to oligotrophic conditions. In Lake Lipovskoe, the widespread distribution of eutraphent (*Potamogeton pectinatus*, *Najas marina*) and mesotraphent (*Potamogeton perfoliatus*) species indicate meso-eutrophic status of the lake.

**Keywords:** aquatic vascular vegetation; floristic composition; submerged hydrophytes; helophytes; oligotrophic lakes; brackish lakes

For citation: Rusanov A. G., Gazizova T. Yu., Lapenkov A. E., Sapelko T. V. Current state of vegetation cover of lakes Beloe and Lipovskoe (Kurgalsky Peninsula). *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2024. No. 2. P. 51–64. doi: 10.17076/lim1864

Funding. The study was supported by the Russian Science Foundation under grant No. 23-27-00128 (<https://rscf.ru/project/23-27-00128/>).

## **Введение**

Государственный природный заказник регионального значения «Кургальский» был создан в 2000 г. на основе Государственного зоологического (охотничьего) заказника «Кургальский полуостров» [Водно-болотные..., 1998]. Как и прежде, приоритетной задачей заказника является сохранение эталонов природных комплексов приморских ландшафтов на южном побережье Финского залива и охрана редких видов фауны и флоры. Озера Белое и Липовское – самые крупные озера на территории заказника, расположенные в северной части Кургальского полуострова. Видовой состав водной флоры озер Белого и Липовского уникален для своего региона, о чем свидетельствуют недавние исследования флористического разнообразия водных объектов заказника «Кургальский» [Глазкова и др., 2018, 2020]. Озеро Белое – уль-

трапесный олиготрофный водоем, в котором отмечаются сообщества редкого амфиатлантического вида *Lobelia dortmanna* L. Озеро Липовское – солоноводный водоем, в котором произрастают как обычные пресноводные виды, так и виды, типичные для солоноватых вод. Однако, несмотря на наличие довольно подробных данных о видовом составе макрофитов, в озерах до сих пор остается неизученным характер зарастания берегов и глубина распространения водной растительности.

Флористический состав и особенности распределения водной растительности с глубиной являются важными характеристиками трофического статуса водоемов [Hutchinson, 1975]. Целью настоящего исследования являлось изучение видового состава макрофитов и степени зарастания озер Белое и Липовское, а также оценка их современного экологического состояния.

## Материалы и методы

Озера Белое и Липовское расположены на Кургальском полуострове (Ленинградская область). Озеро Белое (площадь 3,2 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 13,1 м) является ультрапресным олиготрофным водоемом с низким значением минерализации воды 0,052 г/л [Станиславская и др., 2021]. Озеро бессточное, без притоков, питание родниковое [Станиславская и др., 2021], расположено на отметке 23 м над уровнем моря. Севернее оз. Белого находится солоноватое оз. Липовское (площадь 5,3 км<sup>2</sup>, максимальная глубина 16,9 м), которое в настоящее время расположено на уровне моря и имеет соединение с Финским заливом в виде искусственной протоки глубиной до 1,5 м в районе д. Курголово. Водообмен в озере происходит за счет сгонно-нагонных явлений. Минерализация воды составляет 3,8 г/л [Станиславская и др., 2021]. Водоем является уникальным для прибрежной зоны Финского залива, поскольку это единственное в регионе солоноводное озеро.

Определение видового состава и пространственного распределения зарослей макрофитов в озерах Белое и Липовское проведено в период максимального развития высшей водной растительности (первая декада августа)

при помощи стандартного метода картирования фитолиторали при объезде берегов на лодке [Катанская, 1981; Kolada et al., 2009]. Границы зарослей основных растительных ассоциаций и экологических групп макрофитов, включая воздушно-водные, плавающие и погруженные растения, определялись по GPS-координатам, полученным в ходе полевого исследования. Площади зарастания экологических групп макрофитов и общая площадь покрытия макрофитами были подсчитаны в среде ArcView GIS. Для определения воздушно-сухой надземной фитомассы в лабораторных условиях был предварительно проведен отбор укосов доминирующих растительных ассоциаций [Катанская, 1981]. Глубина распространения водной растительности определялась либо с помощью бентосного дночерпателя, либо в ходе водолазных работ. Водолазные работы выполнялись на двух трансектах в оз. Белом и на трех трансектах в оз. Липовском. Протяженность трансект составляет 48–60 м, частота точек описания – 2 м (рис. 1, табл. 1). Для оз. Липовского было также сделано одно описание (с берега, без закладывания трансекты). Одновременно проводили измерения прозрачности воды по диску Секки. В оз. Белом прозрачность воды составляла 6 м, в оз. Липовском – всего 2 м.

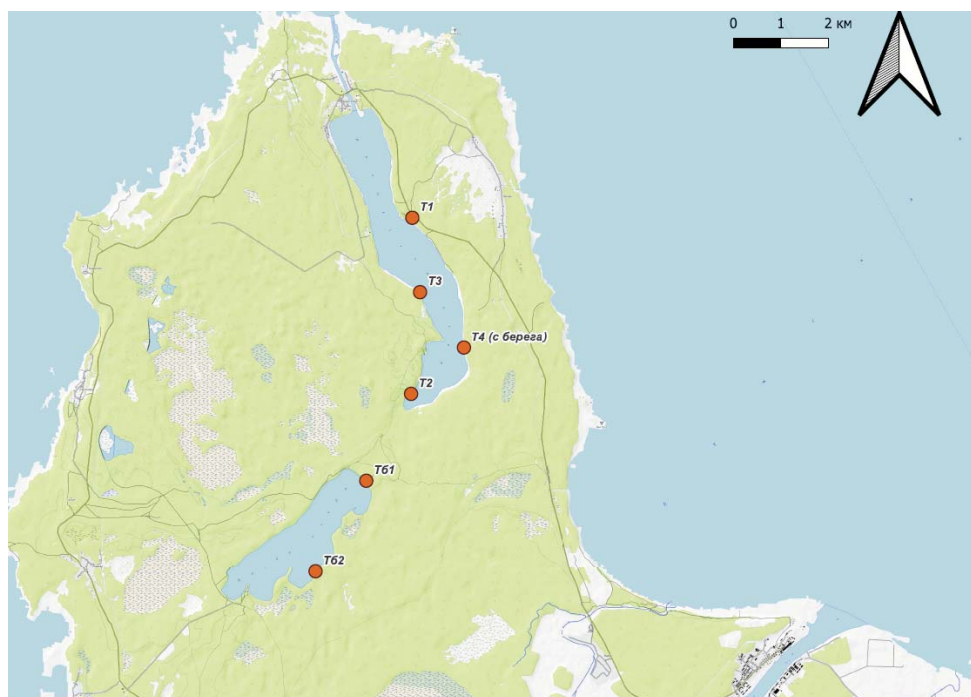


Рис. 1. Расположение трансект для описания водной растительности в озерах Белое и Липовское (Кургальский полуостров)

Fig. 1. Location of the transects for the description of aquatic vegetation in Lakes Beloe and Lipovskoe (Kurgalsky Peninsula)

Таблица 1. Географические координаты и протяженность трансект для описания водной растительности в озерах Белое и Липовское

Table 1. Geographic coordinates and extent of the transects for the description of aquatic vegetation in Lakes Beloe and Lipovskoe

Трансекта № Transect no.	Координаты Coordinates	Протяженность, м Extent, m
Озеро Белое Lake Beloe		
1	59°42'04"N, 28°08'14.9"E	60
2	59°41'02.5"N, 28°07'6.5"E	60
Озеро Липовское Lake Lipovskoe		
1	59°45'02.7"N, 28°09'16.92"E	60
2	59°43'03.08"N, 28°09'15.28"E	60
3	59°44'12.2"N, 28°09'27.4"E	48
4 (с берега)	59°43'34.56"N, 28°10'26.5"E	-

## Результаты

### Озеро Белое

В составе высшей водной растительности оз. Белого выявлено 19 видов, из которых 6 – погруженные гидрофиты (*Nitella* sp., *Isoetes echinospora* Durieu, *I. lacustris* L., *Littorella uniflora* (L.) Aschers., *Lobelia dortmanna* L. и *Myriophyllum alterniflorum* DC.), один плавающий гидрофит (*Nuphar lutea* (L.) Smith), 8 гелофитов (*Equisetum fluviatile* L., *Carex acuta* L., *Glyceria maxima* (C. Hartm.) Holmb., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Sagittaria sagittifolia* L., *Scirpus lacustris* L., *Sparganium angustifolium* Michx. и *Typha latifolia* L.) и 4 гидрофита (*Eleocharis acicularis* (L.) Roem., *E. palustris* (L.) Roem. et Schult., *Juncus supinus* Moench (*J. bulbosus* auct., non L.) и *Ranunculus reptans* L.).

В оз. Белом дно песчаных берегов покрыто сплошными зарослями редкого амфиатлантического вида – лобелии Дотманна (*Lobelia dortmanna*), занесенной в Красную книгу Ленинградской области [2018]. Этот вид образует лобелиевые сообщества, в которых встречаются полушники колючеспорый и озерный (*Isoetes echinospora* и *I. lacustris*) и прибрежница одноцветковая (*Littorella uniflora*), также занесенные в Красную книгу Ленинградской области [2018]. Частым компонентом лобелиевых сообществ в оз. Белом является уруть очередноцветковая (*Myriophyllum alterniflorum*), а также ситняг игольчатый (*Eleocharis acicularis*) и лютик распростертый (*Ranunculus reptans* L.). Хотя отдельные экземпляры лобелии повсеместно встречаются на глубине 3,5–4,0 м, оптимальная глубина произрастания лобелиевых ценозов – 1,5–2,0 м, где располагаются наиболее крупные растения, достигающие 5–6 см в длину (диаметр розетки, объединяющей не-

сколько дочерних боковых побегов, составляет 6–7 см). Фитомасса чистых лобелиевых ценозов составляет 70 г/м<sup>2</sup>. На мелководье (0,5–1,0 м глубины) плотность ценозов лобелии достигает 180 г/м<sup>2</sup> за счет сопутствующих видов (урути, полушников и прибрежницы). В погруженных растительных группировках наблюдается смена сопутствующих видов с глубиной: на мелководье в состав лобелиевых сообществ входят полушники и уруть очередноцветковая, а на глубине их сменяет прибрежница одноцветковая. Повсеместно на мелководье встречается водная форма ситника луковичного (*Juncus supinus* (*J. bulbosus* auct.)), представленного как единичными растениями, так и плотными дерновинками.

Воздушно-водная растительность в основном представлена тростником (*Phragmites australis*), образующим значительные заросли в заливах с песчаным дном по восточному берегу. Среди зарослей тростника встречаются редкие куртины камыша озерного (*Scirpus lacustris*) и рогоза широколистного (*Typha latifolia*). В разрывах зарослей высокотравных гелофитов редко встречаются единичные растения низкотравных гелофитов ежеголовника узколистного (*Sparganium angustifolium*), стрелолиста обыкновенного (*Sagittaria sagittifolia*) и ситняга болотного (*Eleocharis palustris*). На мелководье в заливах можно встретить изреженные заросли кубышки желтой (*Nuphar lutea*).

Значительные участки береговой линии, выдающиеся в озеро на восточном берегу, и практически весь западный берег представлены каменисто-песчаной литоралью. Несмотря на то что каменисто-песчаная литораль практически полностью лишена жесткой воздушно-водной растительности, на ней повсеместно встречается лобелия Дотманна, полушники колючеспорый и озерный и уруть очередноцветковая.



В оз. Белом донные отложения на трансекте 1 (рис. 2) были представлены песком с редкими включениями мелких камней. Небольшие заросли тростника южного растут на мелководье до 6 м от береговой линии. В 10–12 м от берега на глубине около 0,5 м появляется погруженная растительность, представленная урутью очередноцветковой. В 20–22 м от берега на глубине около 1 м появляются первые розетки лобелии Дортманна, а в 32–34 м от берега она уже образует плотные заросли. Вместе с этим обилие урути очередноцветковой постепенно становится меньше, в последней точке трансекты встречаются единичные представители. В конце трансекты донные отложения представлены песком с легким

наилком. За пределами трансекты заросли лобелии Дортманна продолжают до глубины 3 м.

На протяжении всей трансекты 2 (рис. 3) дно озера каменистое, с расстояния 10–12 м – с наилком. На берегу трансекты 2 растет камыш озерный. До 6 м от берега на мелководье расположены заросли тростника южного. Практически сразу от уреза воды встречаются розетки лобелии Дортманна и харовые водоросли (*Nitella* sp.), их заросли продолжают вплоть до конца трансекты на глубине 1,5 м и за ее пределами. Глубина окончания зарослей не установлена, однако они продолжались в точке отбора поверхностной пробы В4 (59°41'08.41"N, 28°07'06.17"E) в 100 м от берега на глубине 2 м.

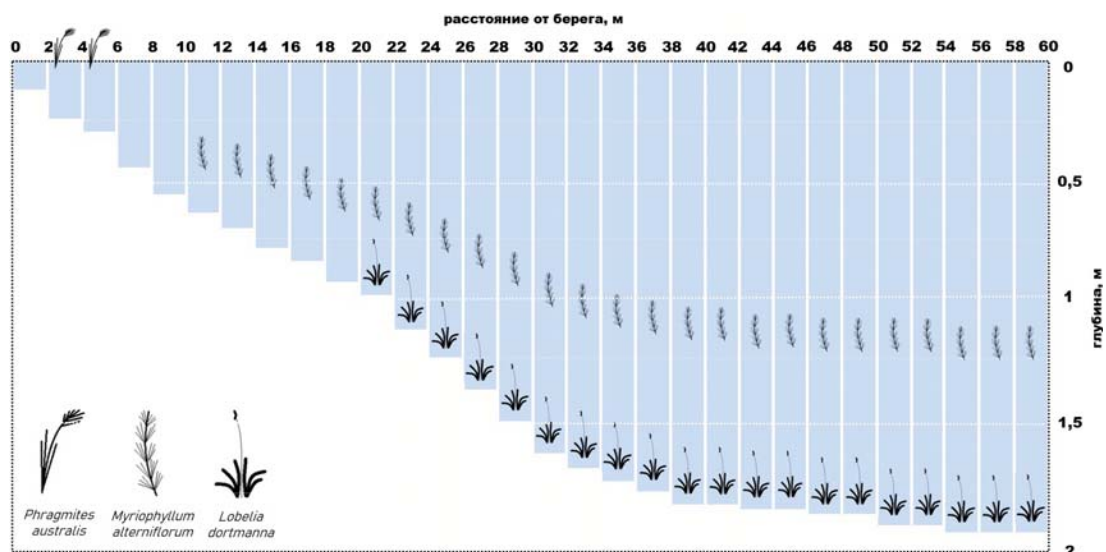


Рис. 2. Водная растительность на трансекте 1 в оз. Белом

Fig. 2. Aquatic vegetation on transect 1 in Lake Beloye

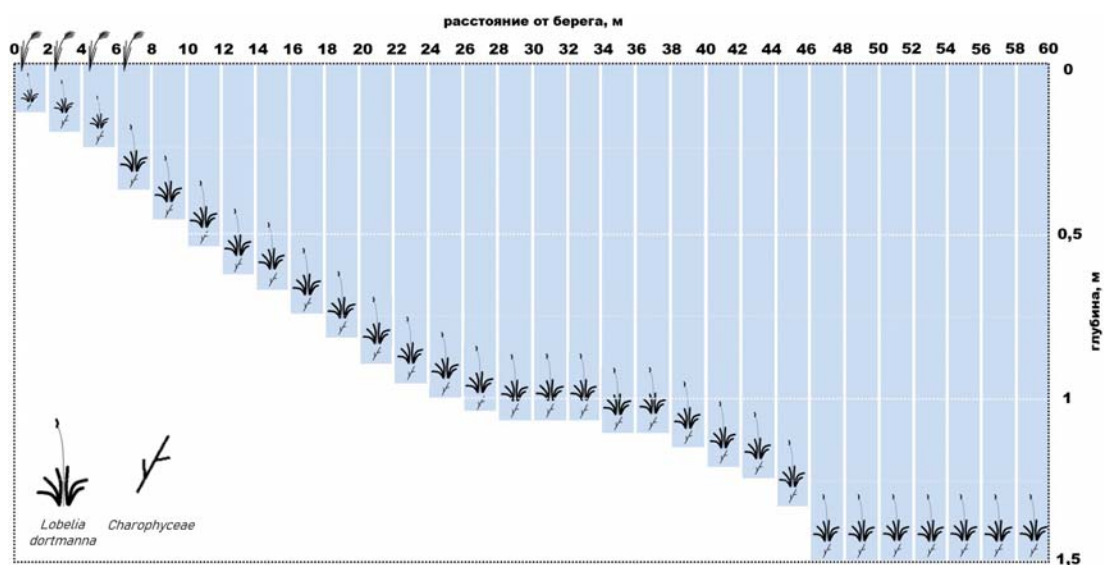


Рис. 3. Водная растительность на трансекте 2 в оз. Белом

Fig. 3. Aquatic vegetation on transect 2 in Lake Beloye

Заросли погруженных гидрофитов в оз. Белом доминируют по площади (79,6 %), превышая площадь зарослей гелофитов (20,1 %) в 4 раза (табл. 2, рис. 4). В пространственном распределении погруженных гидрофитов наблюдается зональность относительно глубины. На мелководье до глубины 1 м распространены лобелиевые сообщества с полушниками и урутью очередноцветковой. На глубине 1–2 м в лобелиевых сообществах основным субдоминантом становится прибрежница одноцветковая. Плавающие гидрофиты занимают 0,3 % в общей площади зарастания. Общая площадь зарослей высшей водной растительности занимает

90,1 га, что составляет 27,5 % от площади озера (табл. 2). В целом высокая площадь зарастания дна озера обусловлена пологим уклоном дна вдоль восточного берега и высокой прозрачностью воды, позволяющей распространение чистых ценозов лобелии и ценозов, смешанных с прибрежницей, до глубины 3,5–4 м. Общие запасы надземной растительной массы в озере в 2023 г. составляли 108,7 т (табл. 3). При этом доля гелофитов (53,3 %) превышала долю погруженных гидрофитов (46,6 %). Плавающие растения были представлены незначительно (0,2 %) в общей продукции макрофитов в оз. Белом.

Таблица 2. Вклад гелофитов, плавающих и погруженных гидрофитов в общую площадь растительного покрова и площадь оз. Белого

Table 2. Contribution of helophytes, floating-lived and submerged plants to the total plant coverage and the area of Lake Beloe

Экологическая группа Ecological group	Площадь, га Area, ha	% зарослей макрофитов % of plant cover	% площади водоема % of lake area
Гелофиты Helophytes	18,1	20,1	5,5
Плавающие гидрофиты Floating-lived plants	0,3	0,3	0,1
Погруженные гидрофиты Submerged plants	71,7	79,6	21,9
Общая площадь Total area	90,1	100,0	27,5

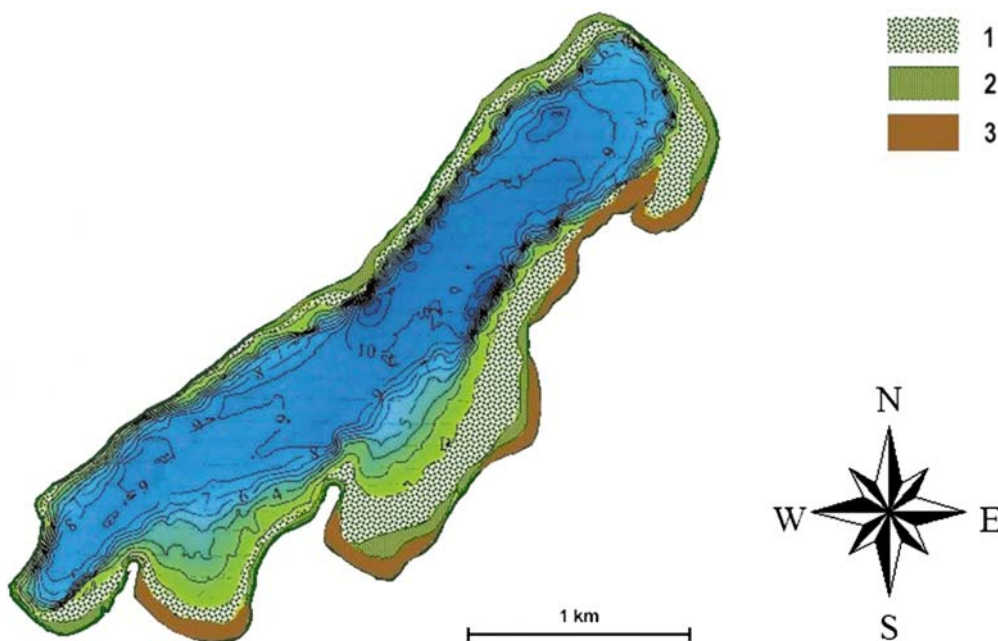


Рис. 4. Распределение сообществ макрофитов на литорали оз. Белого:

1 – *Lobelia dortmanna* с *Littorella uniflora*; 2 – *Lobelia dortmanna* с *Isoetes echinospora*, *I. lacustris* и *Myriophyllum alterniflorum*; 3 – сообщества гелофитов с доминированием *Phragmites australis*

Fig. 4. Distribution of macrophyte assemblages on the littoral of Lake Beloe:

1 – *Lobelia dortmanna* with *Littorella uniflora*; 2 – *Lobelia dortmanna* with *Isoetes echinospora*, *I. lacustris* and *Myriophyllum alterniflorum*; 3 – helophyte assemblages with the dominance of *Phragmites australis*

Таблица 3. Вклад гелофитов, плавающих и погруженных гидрофитов в общую надземную фитомассу оз. Белого

Table 3. Contribution of helophytes, floating-lived and submerged plants to the total aboveground biomass in Lake Beloe

Экологическая группа Ecological group	Надземная фитомасса, 10 <sup>3</sup> кг Aboveground biomass, 10 <sup>3</sup> kg
Гелофиты Helophytes	57,9
Плавающие гидрофиты Floating-lived plants	0,2
Погруженные гидрофиты Submerged plants	50,6
Всего Total	108,7

### Озеро Липовское

В составе высшей водной растительности оз. Липовского выявлено 16 видов, из которых 9 погруженных гидрофитов (*Nitella* sp., *Batrachium marinum* Fries, *Ceratophyllum demersum* L., *Elodea canadensis* Michx., *Myriophyllum alterniflorum* DC., *M. sibiricum* Kom., *Najas marina* L., *Potamogeton pectinatus* L., *P. perfoliatus* L.), один плавающий гидрофит (*Nuphar lutea* (L.) Smith), 5 гелофитов (*Alisma gramineum* Lej., *Bolboschoenus maritimus* (L.) Palla, *Carex acuta* L., *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., *Scirpus lacustris* L.) и один гидрофит (*Ranunculus reptans* L.). Берега оз. Липовского в северной его части в районе истока протоки в Финский залив у д. Курголово зарастают плотными зарослями тростника южного. Среди зарослей тростника (шириной 3–5 м) встречаются единичные куртины камыша озерного и клубнекамыша морского (*Bolboschoenus maritimus*). Северная часть оз. Липовского характеризуется обильным развитием погруженной растительности, образующей плотный мозаичный ковер зарослей на дне. В состав погруженного яруса водной растительности входят рдест пронзеннолистный (*Potamogeton perfoliatus*), уруть очередноцветковая, рдест гребенчатый (*Potamogeton pectinatus*), шелковник морской (*Batrachium marinum*) и харовые водоросли. Влиянием морских вод на этом участке озера обусловлено обильное развитие наяды морской (*Najas marina*), типичного вида солоноводных водоемов. Данный вид является редким и занесен в Красную книгу природы Ленинградской области [2018]. Еще один краснокнижный вид [Красная..., 2018] на этом участке озера – частуха злаковидная (*Alisma gramineum*), представленная подводной формой. Вдоль западного и восточного берега озера протянулась узкая полоса

(в среднем 3–5 м шириной) зарослей тростника с редкими включениями камыша озерного. Из погруженных растений вдоль берегов встречаются рдест пронзеннолистный, рдест гребенчатый, уруть сибирская (*Myriophyllum sibiricum*), наяда морская и харовые водоросли, но с намного более низкими значениями фитомассы, чем в северной части водоема. Если в северной части озера фитомасса ассоциации рдеста пронзеннолистного с рдестом гребенчатым и харовыми водорослями достигает 520 г/м<sup>2</sup>, то в центральной части ее фитомасса не превышает 100 г/м<sup>2</sup>. Соответственно, фитомасса тростника в северной части озера – 2400 г/м<sup>2</sup>, а в центральной – 580 г/м<sup>2</sup>. Растения с плавающими на воде листьями редко встречаются вдоль берегов озера и представлены изреженными ассоциациями кубышки желтой с погруженным разнотравьем.

В восточной части оз. Липовского на трансекте 1 донные отложения представлены песком (рис. 5). От уреза воды до 24 м от берега растет тростник южный. Практически сразу от уреза воды появляются первые представители погруженной растительности – уруть сибирская и роголистник погруженный. На расстоянии 4 м от берега они исчезают, сменяясь элодеей канадской и рдестом гребенчатым, которые исчезают на расстоянии 8 м от уреза воды. На расстоянии 12–14 м появляются харовые водоросли, в этой же точке отмечено присутствие урути сибирской. На расстоянии 16–18 м вновь появляются заросли рдеста гребенчатого, а на расстоянии 22–24 м – урути сибирской. На глубине 2 м (34–36 м от берега) начинается более резкий уклон дна, уруть сибирская вновь исчезает, а заросли рдеста гребенчатого сменяются зарослями рдеста пронзеннолистного. На глубине 3,5 м донные отложения сменяются илом, а водные растения исчезают. В конечной точке трансекты макрофиты не встречены.

Донные отложения на трансекте 2 в южной части оз. Липовского (рис. 6) представлены песком с редкими включениями мелких камней. На мелководье (до 6 м от уреза воды) растут тростник южный и камыш озерный, на этой же глубине появляются харовые водоросли и первые погруженные высшие водные растения – наяда морская и уруть сибирская. На расстоянии 18–20 м от берега на глубине около 2 м песок сменяется илом, на этой глубине заросли наяды морской заканчиваются и появляется рдест пронзеннолистный. К концу трансекты сохраняются обильные заросли рдеста

пронзеннолистного и харовых водорослей, уруть сибирская встречается реже.

В западной части оз. Липовского на трансекте 3 (рис. 7) донные отложения представлены песком, на глубине более 1 м встречаются редкие валуны. От уреза воды до 20 м от берега растет тростник южный. На расстоянии 6–8 м появляются харовые водоросли. На расстоянии 8–10 м появляются первые представители погруженной высшей растительности – наяда морская и рдест пронзеннолистный, а затем почти сразу (10–12 м от берега) – уруть сибирская. На глубине 2 м начинается резкий уклон дна.

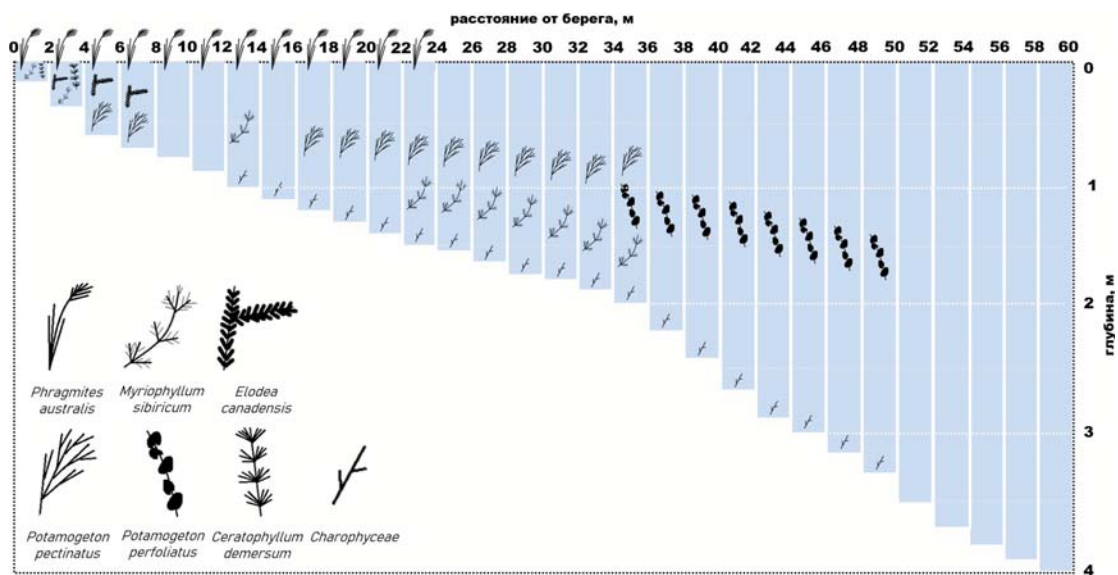


Рис. 5. Водная растительность на трансекте 1 на восточном берегу оз. Липовского

Fig. 5. Aquatic vegetation on transect 1 on the eastern coast of Lake Lipovskoe

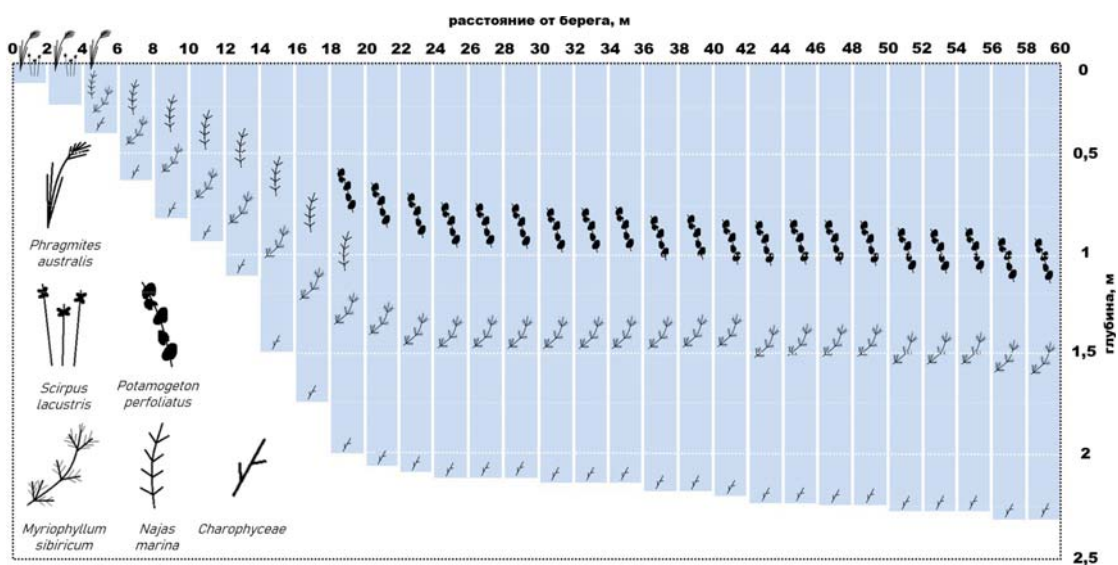


Рис. 6. Водная растительность на трансекте 2 на южном берегу оз. Липовского

Fig. 6. Aquatic vegetation on transect 2 on the southern coast of Lake Lipovskoe



На глубине 4,6 м заросли высшей водной растительности исчезают, и вместе с ними харовые водоросли. На глубине 6 м (48 м от берега) водные растения не встречались. Донные отложения в этой точке представлены алевритами.

В юго-восточной части оз. Липовского на станции 4 (с берега, без заложения трансекты) описана водная растительность на мелководье (0–4 м от берега). Здесь на глубине 0,2–0,5 м встречены редкие заросли водной формы лютика распростертого.

В оз. Липовском погруженные гидрофиты (63,1 %) превышают воздушно-водные растения (36,4 %) по площади в 1,7 раза, доминируя в зарастании озера (табл. 4, рис. 8). Плавающие гидрофиты занимают менее 1 %

в общей площади зарастания. Общая площадь зарослей высшей водной растительности составляет 73 га, или 12,9 % от площади озера (табл. 4). В целом невысокая степень зарастания дна озера обусловлена незначительной площадью литорали, пригодной для произрастания водной растительности, что вызвано сильно выраженным уклоном дна вдоль западного и восточного берега озера. Общие запасы надземной растительной массы в озере в 2023 г. насчитывали 177 т (табл. 5). При этом на долю гелофитов приходилась основная часть фитомассы – 84,2 %, на долю погруженных гидрофитов – 15,6 %, а плавающие растения составляли всего лишь 0,2 % в общей продукции макрофитов в оз. Липовском.

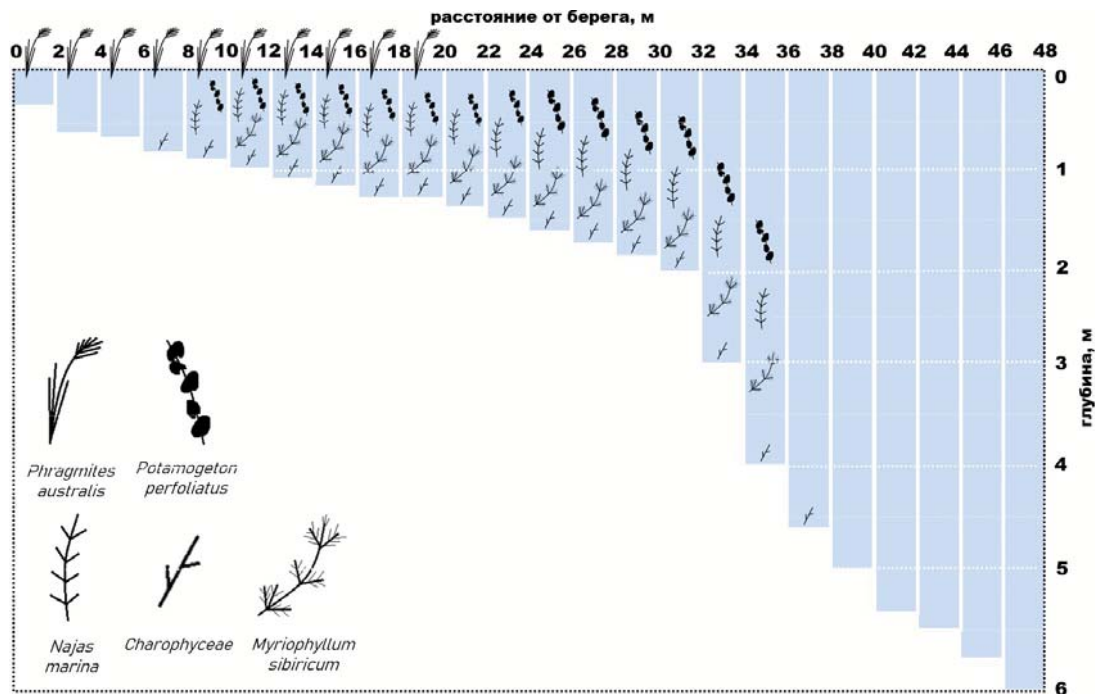


Рис. 7. Водная растительность на трансекте 3 в западной части оз. Липовского  
Fig. 7. Aquatic vegetation on transect 3 in the western part of Lake Lipovskoe

Таблица 4. Вклад гелофитов, плавающих и погруженных гидрофитов в общую площадь растительного покрова и площадь оз. Липовское

Table 4. Contribution of helophytes, floating-lived and submerged plants to the total plant coverage and the area of Lake Lipovskoe

Экологическая группа Ecological group	Площадь, га Area, ha	% зарослей макрофитов % of plant cover	% площади водоема % of lake area
Гелофиты Helophytes	26,6	36,4	4,7
Плавающие гидрофиты Floating-lived plants	0,4	0,5	0,1
Погруженные гидрофиты Submerged plants	46,0	63,1	8,1
Общая площадь Total area	73,0	100,0	12,9

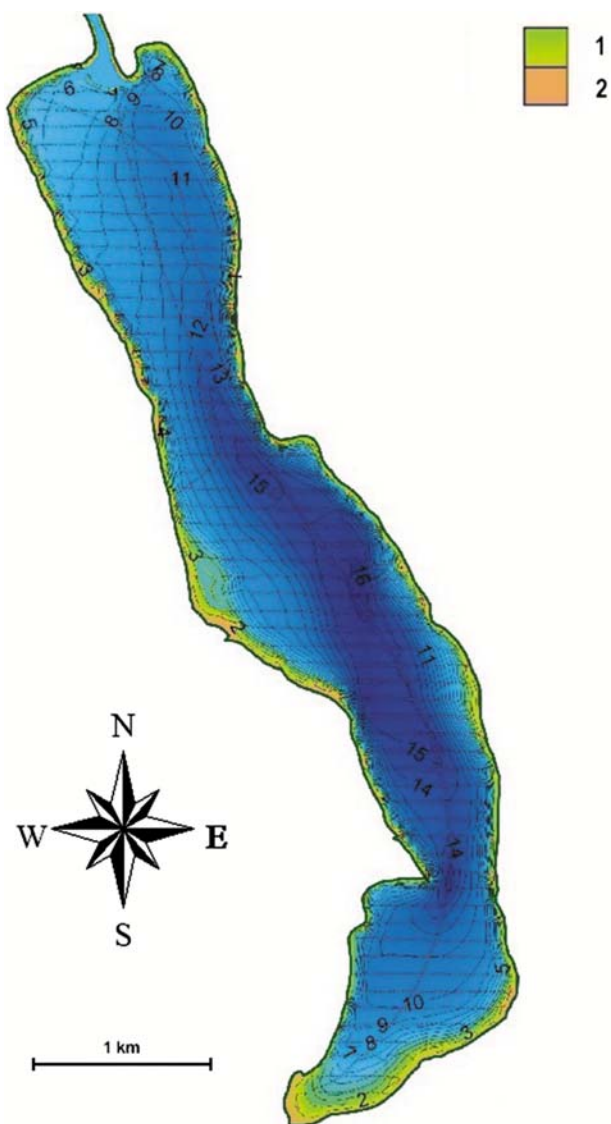


Рис. 8. Распределение экологических групп макрофитов на литорали оз. Липовского:

1 – погруженные гидрофиты; 2 – гелофиты

Fig. 8. Distribution of macrophyte ecological groups on the littoral of Lake Lipovskoe:

1 – submerged plants; 2 – helophytes

## Обсуждение результатов

Водные макрофиты благодаря видоспецифическим физиологическим требованиям адаптированы к определенным трофическим условиям [Seddon, 1972] и поэтому могут использоваться в качестве организмов – индикаторов уровня эвтрофирования озерных систем [Penning et al., 2008]. Доминирование в зарастании оз. Белого лобелиевых сообществ, включающих помимо *Lobelia dortmanna* и другие виды – индикаторы чистых условий среды, такие как *Isoetes echinospora*, *I. lacustris*, *Littorella uniflora* и *Myriophyllum alterniflorum* [Penning et al., 2008], указывает на олиготрофный статус водоема. Озеро Липовское по видовому составу макрофитов характеризуется как мезотрофно-эвтрофный водоем. Широкое распространение в озере *Potamogeton pectinatus* и *Najas marina*, толерантных к эвтрофированию [Penning et al., 2008], а также *P. perfoliatus*, индикатора мезотрофных условий [Toivonen, Huttunen, 1995], говорит о повышенном трофическом статусе водоема. Массовое распространение *P. pectinatus* в озере также объясняется тем, что этот вид имеет физиологический оптимум в верхней части градиента минерализации озерных вод [Heegaard et al., 2001; Свириденко и др., 2016].

Трофические условия в водоемах также влияют на продуктивность растительных ассоциаций [Папченков, 2001]. Известно, что продуктивность зарослей тростника в озерах зависит от уровня эвтрофирования [Ostendorp et al., 2001; Русанов, 2011]. Значения фитомассы зарослей тростника в оз. Липовском варьировали от эвтрофных показателей (2400 г/м<sup>2</sup>) в северной части в районе д. Курголово до мезотрофных (580 г/м<sup>2</sup>) в центральной части водоема. В оз. Белом продуктивность зарослей тростника не превышала 320 г/м<sup>2</sup>, что соответствовало низкому трофическому статусу водоема.

Таблица 5. Вклад гелофитов, плавающих и погруженных гидрофитов в общую надземную фитомассу оз. Липовского

Table 5. Contribution of helophytes, floating-lived and submerged plants to the total aboveground biomass in Lake Lipovskoe

Экологическая группа Ecological group	Надземная фитомасса, 10 <sup>3</sup> кг Aboveground biomass, 10 <sup>3</sup> kg
Гелофиты Helophytes	149,0
Плавающие гидрофиты Floating-lived plants	0,4
Погруженные гидрофиты Submerged plants	27,6
Всего Total	177,0

Морфометрические параметры озер, такие как уклон дна, оказывают влияние на биомассу и видовой состав сообществ водных растений посредством изменения условий освещенности и интенсивности волнового воздействия [Duarte, Kalff, 1986; He et al., 2019]. Более пологий уклон дна в оз. Белом приводит к более спокойным гидродинамическим условиям на литорали озера по сравнению с крутым уклоном дна на литорали оз. Липовского. Кроме того, в оз. Белом значительно более прозрачная вода (6 м по диску Секки), чем в оз. Липовском (всего 2 м). Высокая прозрачность воды в оз. Белом – результат низкой продуктивности фитопланктона, о чем свидетельствуют низкие концентрации хлорофилла *a* [Станиславская и др., 2021]. Оба этих фактора – морфометрический и трофический – вместе способствуют более интенсивному развитию и, как следствие, более выраженному доминированию зарослей погруженных растений в оз. Белом по сравнению с оз. Липовским.

При классификации озер по видовому составу макрофитов и индикаторам трофности равнинные неглубокие ( $\leq 15$  м) озера с преобладанием *Lobelia dortmanna* принято выделять в отдельную группу лобелиевых озер [G.-Tóth et al., 2008]. Как показали исследования растительного покрова лобелиевых озер в Тверской [Петушкова и др., 2008; Марков, 2017] и Вологодской [Филиппов и др., 2016] области, лобелия образует плотные лобелиево-полушниковые и чистые лобелиевые ценозы, иногда произрастающие в зарослях тростника. В оз. Белом розетки лобелии густо покрывают участки дна, свободные от тростника, и встречаются в изреженных тростниковых зарослях, но с меньшими показателями обилия. Диапазон глубин, на которых произрастает лобелия, для озер Тверской области составлял 0,2–1,4 м при оптимальной глубине произрастания 0,5–0,8 м [Петушкова и др., 2008; Марков, 2017]. В озерах Вологодской области лобелия в основном встречается на мелководье (0,1–0,8 м), но в отдельных озерах она отмечалась на глубине 2,8–2,9 и даже 3,5 м [Филиппов и др., 2016]. Благодаря высокой прозрачности воды в оз. Белом оптимальная глубина произрастания чистых ценозов лобелии составляет 1,5–2,0 м, при этом максимальная глубина ее распространения достигает 4 м.

В лобелиевых озерах, и в оз. Белом в том числе, совместно с лобелией произрастают и другие реликтовые виды растений, такие как *Isoetes* spp., *Littorella uniflora*, *Subularia aquatica* L., *Eleocharis acicularis* и *Ranunculus reptans*, которые принадлежат к группе изоэтид

[Toivonen, Huttunen, 1995; Vestergaard, Sand-Jensen, 2000]. Изоэтиды – экобиоморфологическая группа розеточных придонных растений, вобравшая в себя много представителей из разных семейств цветковых, которых объединяет наличие развитой системы воздушных лакун в листьях и корнях [Марков, Грушенков, 2023]. Благодаря более высокой газопроницаемости поверхности корней по сравнению с поверхностью листьев и быстрому транспорту газа внутри тканей изоэтид большая часть  $\text{CO}_2$  для фотосинтеза растений поступает из более богатого источника  $\text{CO}_2$  в донных отложениях, а не из озерной воды [Søndergaard, Sand-Jensen, 1979]. Способность эффективно усваивать  $\text{CO}_2$  из донных отложений наряду с адаптацией к условиям дефицита элементов минерального питания обуславливает широкое распространение изоэтид в бедных углеродом олиготрофных озерах в регионах Северной Европы и Северной Америки [Hutchinson, 1975]. В то же время вследствие узкой экологической приуроченности к олиготрофным условиям изоэтиды крайне уязвимы к ацидификации и эвтрофированию озер [Smolders et al., 2002]. Ограниченное распространение изоэтид в озерах с повышенной трофностью, по-видимому, связано с вытеснением их в результате интенсивной конкуренции за свет и пространство со стороны макрофитов, толерантных к эвтрофированию и способных ассимилировать бикарбонат для нужд фотосинтеза [Vestergaard, Sand-Jensen, 2000; Ronowski et al., 2020].

В солоноватом оз. Липовском произрастают как обычные пресноводные виды, так и виды, типичные для солоноводных водоемов. Исследование, проведенное на озерах лесостепной и степной зоны Западной Сибири [Зарубина, Дурникин, 2005], охватывающее широкий диапазон минерализации от олигогалинных (2,5–5,0 г/л) и мезогалинных (5,0–18,0 г/л) до гипергалинных ( $> 40$  г/л) водоемов, показало постепенное замещение пресноводного комплекса макрофитов на солоновато-водный и далее на комплекс типичных галофилов вдоль градиента увеличения солености воды. При этом наибольшее видовое разнообразие отмечено в солоноватом комплексе эврибионтов, которые широко представлены в озерах с минерализацией воды от 1,5 до 10,0 г/л. Это согласуется с нашими данными в олигогалинном оз. Липовском, где доминируют гидрофиты *Potamogeton perfoliatus* и *P. pectinatus*, принадлежащие к эврибионтным видам [Зарубина, Дурникин, 2005; Свириденко и др., 2016]. Напротив, типичный галофил *Najas marina* находится на подчиненных ролях в формировании фитоценозов оз. Липовского.

Это согласуется с данными других исследователей [Ефремов, Свириденко, 2016], которые отмечали, что в олигогалинных условиях *N. marina* входит в состав растительных группировок с *P. pectinatus* в качестве ассектатора.

## Заключение

Исследование озер Белого и Липовского на Кургальском полуострове показало, что морфометрические особенности литорали и трофический статус оказывают определяющее влияние на формирование состава и структуры их растительного покрова. Спокойный гидродинамический режим благодаря пологому уклону дна и высокая прозрачность воды из-за низкого уровня развития фитопланктона способствуют более выраженному доминированию погруженных растений в оз. Белом по сравнению с оз. Липовским. Доминирование лобелиевых сообществ в оз. Белом соответствует олиготрофным условиям в водоеме. Широкое распространение в оз. Липовском видов – показателей эвтрофных (*Potamogeton pectinatus*, *Najas marina*) и мезотрофных (*Potamogeton perfoliatus*) условий указывает на мезотрофно-эвтрофный статус водоема. Учитывая уязвимость реликтовых растительных сообществ лобелиевых озер к антропогенному воздействию и увеличение рекреационной нагрузки на водоемах Кургальского полуострова, представляется необходимым повысить природоохранный статус оз. Белого с регионального до федерального уровня, а также организовать проведение в нем экологического мониторинга.

## Литература

Водно-болотные угодья международного значения // Водно-болотные угодья России. М.: Wetlands International Publ., 1998. Т. 1. 256 с.

Глазкова Е. А., Гимельбрант Д. Е., Степанчикова И. С., Доронина А. Ю., Гинзбург Э. Г., Потемкин А. Д., Дорошина Г. Я., Андреев М. П. Ценные ботанические объекты заказника «Кургальский» (Ленинградская область). 1. Редкие и охраняемые виды // Труды Карельского научного центра РАН. 2018. № 8. С. 37–60. doi: 10.17076/bg767

Глазкова Е. А., Ликсакова Н. С., Доронина А. Ю., Гимельбрант Д. Е., Степанчикова И. С., Гинзбург Э. Г., Потемкин А. Д. Ценные ботанические объекты заказника «Кургальский» (Ленинградская область). 3. Приморские, водные и прибрежно-водные биотопы. Заказник как ключевая ботаническая территория // Труды Карельского научного центра РАН. 2020. № 1. С. 5–16. doi: 10.17076/bg825

Зарубина Е. Ю., Дурникин Д. А. Флора соленых озер Кулундинской равнины (юг Западной Сиби-

ри) // Сибирский экологический журнал. 2005. № 2. С. 341–351.

Ефремов А. Н., Свириденко Б. Ф. О распространении редких гидрофитов в Омской области // Ботанический журнал. 2016. № 101(8). С. 923–927. doi: 10.1134/S0006813616080044

Катанская В. М. Высшая водная растительность континентальных водоемов СССР. Методы изучения. Л.: Наука, 1981. 187 с.

Красная книга Ленинградской области. Объекты растительного мира / Гл. ред. Д. В. Гельтман. СПб.: Марафон, 2018. 848 с.

Марков М. В. К изучению полушниковых олиготрофных озер Тверской области: фотосинтезирующая биота как индикатор их трофического статуса // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2017. Vol. 2(1). P. 1–19. doi: 10.21685/2500-0578-2017-1-4

Марков М. В., Грушенков Д. О. К феномену паразитической биоморфологической конвергенции в группе экобиоморф «изоэтиды» // Труды Института биологии внутренних вод им. И. Д. Папанина РАН. 2023. № 101(104). С. 30–38. doi: 10.47021/0320-3557-2023-29-37

Папченков В. Г. Растительный покров водоемов и водотоков Среднего Поволжья. Ярославль: ЦМП МУБиНТ, 2001. 200 с.

Петушкова Т. П., Дементьева С. М., Сорокин А. С. К вопросу изучения *Lobelia dortmanna* L. в Тверской области // Вестник Тверского государственного университета. Сер. Биология и экология. 2008. № 10. С. 167–170.

Русанов А. Г. Пространственное распределение высшей водной растительности Ладожского озера в зависимости от природных и антропогенных факторов // Литоральная зона Ладожского озера. СПб.: Нестор-История, 2011. С. 68–101.

Свириденко Б. Ф., Мурашко Ю. А., Свириденко Т. В., Ефремов А. Н. Толерантность гидромакрофитов к активной реакции, минерализации и жесткости воды в природных и техногенных водных объектах Западно-Сибирской равнины // Вестник Нижневолжского государственного университета. 2016. № 2. С. 8–17.

Станиславская Е. В., Афанасьева А. Л., Павлова О. А. Альгофлора озер заказника «Кургальский» (Ленинградская область) // Поволжский экологический журнал. 2021. № 3. С. 335–347. doi: 10.35885/1684-7318-2021-3-335-347

Филиппов Д. А., Бобров Ю. А., Чхобадзе А. Б., Левашов А. Н. *Lobelia dortmanna* (Lobeliaceae) в Вологодской области // Вестник Санкт-Петербургского университета. Сер. 3. Биология. 2016. № 1. С. 84–99.

Duarte C. M., Kalff J. Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities // Limnol. Oceanogr. 1986. Vol. 31(5). P. 1072–1080.

G.-Tóth L., Poikane S., Penning W. E., Free G., Mäemets H., Kolada A., Hanganu J. First steps in the Central-Baltic intercalibration exercise on lake macrophytes: where do we start? // Aquat. Ecol. 2008. Vol. 42(2). P. 265–275. doi: 10.1007/s10452-008-9184-9

Hutchinson G. E. A treatise on limnology: limnological botany. New York: John Wiley and Sons, 1975. 660 p.



He L., Zhu T., Wu Y., Li W., Zhang H., Zhang X., Cao T., Ni L., Hilt S. Littoral slope, water depth and alternative response strategies to light attenuation shape the distribution of submerged macrophytes in a mesotrophic lake // *Front. Plant Sci.* 2019. Vol. 10. P. 169. doi: 10.3389/fpls.2019.00169

Heegaard E., Birks H. H., Gibson C. E., Smith S. J., Wolfe-Murphy S. Species-environmental relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland // *Aquat. Bot.* 2001. Vol. 70. P. 175–223. doi: 10.1016/S0304-3770(01)00161-9

Kolada A., Seppo H., Kanninen A., Sondergaard M., Dudley B., Noges P., Ott I., Ecke F., Mjelde M., Bertrin V., Davidson Th., Duel H. Deliverable D3.2-1: Overview and comparison of macrophyte survey methods used in European countries and a proposal of harmonized common sampling protocol to be used for WISER uncertainty exercise including a relevant common species list. 2009. URL: <http://www.wiser.eu/download/D3.2-1.pdf> (дата обращения: 15.12.2023).

Ostendorp W., Tiedge E., Hille S. Effect of eutrophication on culm architecture of lakeshore *Phragmites* reeds // *Aquat. Bot.* 2001. Vol. 69. P. 177–193.

Penning W. E., Mjelde M., Dudley B., Hellsten S., Hanganu J., Kolada A., van den Berg M., Poikane S., Phillips G., Willby N., Ecke F. Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes // *Aquat. Ecol.* 2008. Vol. 42. P. 237–251. doi: 10.1007/s10452-008-9182-y

Ronowski R. P., Banas K., Merdalski M., Szmeja J. Plant replacement trend in soft-water lakes with isoetids // *Oceanol. Hydrobiol. Stud.* 2020. Vol. 49(2). P. 157–167. doi: 10.1515/ohs-2020-0015

Seddon B. Aquatic macrophytes as limnological indicators // *Freshwat. Biol.* 1972. Vol. 2. P. 107–130.

Søndergaard M., Sand-Jensen K. Carbon uptake by leaves and roots of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. // *Aquat. Bot.* 1979. Vol. 6. P. 1–12. doi: 10.1007/BF00320820

Smolders A. J. P., Lucassen E. C. H. E., Roelofs J. G. M. The isoetid environment: biogeochemistry and threats // *Aquat. Bot.* 2002. Vol. 73. P. 325–350. doi: 10.1016/S0304-3770(02)00029-3

Toivonen H., Huttunen P. Aquatic macrophytes and ecological gradient in 57 small lakes in southern Finland // *Aquat. Bot.* 1995. Vol. 51. P. 197–221. doi: 10.1016/0304-3770(95)00458-C

Vestergaard O., Sand-Jensen K. Alkalinity and trophic state regulate aquatic plant distribution in Danish lakes // *Aquat. Bot.* 2000. Vol. 67. P. 85–107. doi: 10.1016/S0304-3770(00)00086-3

## References

Duarte C. M., Kalff J. Littoral slope as a predictor of the maximum biomass of submerged macrophyte communities. *Limnol. Oceanogr.* 1986;31(5):1072–1080.

Efremov A. N., Sviridenko B. F. On distribution of rare hydrophytes in the Omsk Region. *Bot. Zhurn.* 2016;101(8):923–927. doi: 10.1134/S0006813616080044 (In Russ.)

Gel'tman D. V. (ed.). The Red Data Book of the Leningrad Region: Plants. St. Petersburg: Marafon; 2018. 848 p. (In Russ.)

Glazkova E. A., Himelbrant D. E., Stepanchikova I. S., Doronina A. Yu., Ginzburg E. G., Potemkin A. D., Doroshina G. Ya., Andreev M. P. Valuable botanical objects of the Kurgalsky Nature Reserve (Leningrad Region). 1. Rare and protected species. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS.* 2018;8:37–60. doi: 10.17076/bg767 (In Russ.)

Glazkova E. A., Liksakova N. S., Doronina A. Yu., Himelbrant D. E., Stepanchikova I. S., Ginzburg E. G., Potemkin A. D. Valuable botanical objects of the Kurgalsky Nature Reserve (Leningrad Region). 3. Coastal, aquatic and semiaquatic biotopes of high conservation value. The Kurgalsky Reserve as an important plant area. *Trudy Karelskogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS.* 2020; 1:5–16. doi: 10.17076/bg825 (In Russ.)

G.-Tóth L., Poikane S., Penning W. E., Free G., Mäemets H., Kolada A., Hanganu J. First steps in the Central-Baltic intercalibration exercise on lake macrophytes: where do we start? *Aquat. Ecol.* 2008;42(2):265–275. doi: 10.1007/s10452-008-9184-9

He L., Zhu T., Wu Y., Li W., Zhang H., Zhang X., Cao T., Ni L., Hilt S. Littoral slope, water depth and alternative response strategies to light attenuation shape the distribution of submerged macrophytes in a mesotrophic lake. *Front. Plant Sci.* 2019;10:169. doi: 10.3389/fpls.2019.00169

Heegaard E., Birks H. H., Gibson C. E., Smith S. J., Wolfe-Murphy S. Species-environmental relationships of aquatic macrophytes in Northern Ireland. *Aquat. Bot.* 2001;70:175–223. doi: 10.1016/S0304-3770(01)00161-9

Hutchinson G. E. A treatise on limnology: limnological botany. New York: John Wiley and Sons; 1975. 660 p.

Katanskaya V. M. Higher aquatic vegetation of continental water bodies in the USSR. Methods of study. Leningrad: Nauka; 1981. 187 p. (In Russ.)

Kolada A., Seppo H., Kanninen A., Sondergaard M., Dudley B., Noges P., Ott I., Ecke F., Mjelde M., Bertrin V., Davidson Th., Duel H. Deliverable D3.2-1: Overview and comparison of macrophyte survey methods used in European countries and a proposal of harmonized common sampling protocol to be used for WISER uncertainty exercise including a relevant common species list. 2009. URL: <http://www.wiser.eu/download/D3.2-1.pdf> (accessed: 15.12.2023).

Markov M. V. Research of the isoetid oligotrophic lakes in the Tver Region: photosynthetic biota as their trophic state indicator. *Russian Journal of Ecosystem Ecology.* 2017;2(1):1–19. doi: 10.21685/2500-0578-2017-1-4 (In Russ.)

Markov M. V., Grushenkov D. O. On the striking biomorphological convergency within group ecobiomorph 'isoetids'. *Trudy Instituta biologii vnutrennikh vod im. I. D. Papanina RAN = Transactions of Papanin Institute for Biology of Inland Waters RAS.* 2023;101(104):30–38. doi: 10.47021/0320-3557-2023-29-37 (In Russ.)

Ostendorp W., Tiedge E., Hille S. Effect of eutrophication on culm architecture of lakeshore *Phragmites* reeds. *Aquat. Bot.* 2001;69:177–193.

Papchenkov V. G. Vegetation cover of waterbodies and watercourses of the Middle Volga region. Yaroslavl: CMP MUBiNT; 2001. 200 p. (In Russ.)

Penning W. E., Mjelde M., Dudley B., Hellsten S., Hanganu J., Kolada A., van den Berg M., Poikane S., Phillips G., Willby N., Ecke F. Classifying aquatic macrophytes as indicators of eutrophication in European lakes. *Aquat. Ecol.* 2008;42:237–251. doi: 10.1007/s10452-008-9182-y

Petushkova T. P., Dementieva S. M., Sorokin A. S. *Lobelia dortmanna* L. in the Tver Region. *Vestnik Tverskogo gosudarstvennogo universiteta. Ser. Biologiya i ekologiya = Vestnik of Tver State University. Series Biology and Ecology.* 2008;10:167–170. (In Russ.)

Philippov D. A., Bobroff Yu. A., Czobadze A. B., Levashov A. N. *Lobelia dortmanna* (Lobeliaceae) in the Vologda Region. *Vestnik Sankt-Peterburgskogo universiteta. Ser. 3. Biologiya = Vestnik of St. Petersburg University. Series 3. Biology.* 2016;1:84–99. (In Russ.)

Ronowski R. P., Banas K., Merdalski M., Szmeja J. Plant replacement trend in soft-water lakes with isoetids. *Oceanological and Hydrobiological Studies.* 2020;49(2):157–167. doi: 10.1515/ohs-2020-0015

Rusanov A. G. Spatial distribution of higher aquatic vegetation of Lake Ladoga in relation to natural and anthropogenic factors. Littoral zone of Lake Ladoga. St. Petersburg: Nestor-Istoriya; 2011. P. 68–101. (In Russ.)

Seddon B. Aquatic macrophytes as limnological indicators. *Freshwat. Biol.* 1972;2:107–130.

Smolders A. J. P., Lucassen E. C. H. E., Roelofs J. G. M. The isoetid environment: biogeochemistry and threats. *Aquat. Bot.* 2002;73:325–350. doi: 10.1016/s0304-3770(02)00029-3

Søndergaard M., Sand-Jensen K. Carbon uptake by leaves and roots of *Littorella uniflora* (L.) Aschers. *Aquat. Bot.* 1979;6:1–12. doi: 10.1007/BF00320820

Stanislavskaya E. V., Afanasieva A. L., Pavlova O. A. Algot flora of lakes in the Kurgalsky Nature reserve (Leningrad Region). *Povolzhskii ekologicheskii zhurnal = Povolzhskiy Journal of Ecology.* 2021;3:335–347. doi: 10.35885/1684-7318-2021-3-335-347 (In Russ.)

Sviridenko B. F., Murashko Y. A., Sviridenko T. V., Efremov A. N. Tolerance of hydromacrophytes to active reaction, mineralization and water hardness in natural and man-made water bodies of the West Siberian Plain. *Vestnik Nizhneartovskogo gosudarstvennogo universiteta = Bulletin of Nizhneartovsk State University.* 2016;(2):8–17. (In Russ.)

Toivonen H., Huttunen P. Aquatic macrophytes and ecological gradient in 57 small lakes in southern Finland. *Aquat. Bot.* 1995;51:197–221. doi: 10.1016/0304-3770(95)00458-C

Vestergaard O., Sand-Jensen K. Alkalinity and trophic state regulate aquatic plant distribution in Danish lakes. *Aquat. Bot.* 2000;67:85–107. doi: 10.1016/S0304-3770(00)00086-3

Wetlands of international importance. *Wetlands in Russia.* Vol. 1. Moscow: Wetlands International Publ.; 1998. 256 p. (In Russ.)

Zarubina E. Yu., Durnikin D. A. Flora of the salted lakes of the Kulunda Plain (South of West Siberia). *Sibirskii ekologicheskii zhurnal = Contemporary Problems of Ecology.* 2005;2:341–351. (In Russ.)

Поступила в редакцию / received: 23.12.2023; принята к публикации / accepted: 27.02.2024.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

### Русанов Александр Геннадьевич

канд. биол. наук, старший научный сотрудник

e-mail: rusanov@limno.ru

### Газизова Татьяна Юрьевна

младший научный сотрудник

e-mail: tssml@bk.ru

### Лапенков Артем Евгеньевич

младший научный сотрудник

e-mail: lapa13art@gmail.com

### Сапелко Татьяна Валентиновна

канд. геогр. наук, старший научный сотрудник

e-mail: tsapelko@mail.ru

## CONTRIBUTORS:

### Rusanov, Alexander

Cand. Sci. (Biol.), Senior Researcher

### Gazizova, Tatyana

Junior Researcher

### Lapenkov, Artem

Junior Researcher

### Sapelko, Tatyana

Cand. Sci. (Geogr.), Senior Researcher