

УДК 574.583

## СОСТАВ, БИОМАССА И ВЕРТИКАЛЬНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ФИТОПЛАНКТОНА МЕРОМИКТИЧЕСКОГО ОЗЕРА УЗКОЕ (КАРЕЛЬСКИЙ ПЕРЕШЕЕК) В РАЗНЫЕ СЕЗОНЫ ГОДА

И. С. Трифонова, Д. П. Стручкина\*

Институт озераведения РАН, СПб ФИЦ РАН (ул. Севастьянова, 9, Санкт-Петербург,  
Россия, 196105), \*daryastruchkina@yandex.ru

В мае, июле и октябре 2024 и 2025 гг. проведены исследования фитопланктона в центральной глубоководной части озера Узкое, расположенного в сельговом ландшафте Северо-Западного Приладожья. Озеро характеризуется устойчивой термической и кислородной стратификацией с постоянной температурой около 4 °С и бескислородной зоной в монимолимнионе. В видовом составе фитопланктона обнаружено 80 таксонов водорослей рангом ниже рода. Среди них по числу таксонов наиболее разнообразны зеленые (хлорофитовые), диатомовые и эвгленовые. 45 таксонов встречены в количественных пробах. Наибольшей численности достигали хлорококковые из зеленых, десмидиевая *Closterium acutum* из харовых, флагелляты из криптофитовых, хризифитовых, эвгленовых и динофитовых, способные к вертикальной миграции в водной толще в условиях строгой стратификации. Только весной максимальное развитие водорослей наблюдалось в поверхностном слое. Летом и осенью максимум биомассы отмечался над слоем термоклина на глубине 4–6 м. В монимолимнионе фитопланктон практически отсутствовал. В целом за два года наблюдений в оз. Узком средневзвешенная биомасса в трофогенном слое (0–6 м) изменялась по сезонам от 0,7 до 1,8 г/м<sup>3</sup>. Причем в 2024 году наибольшие величины отмечались летом, а в 2025 году – весной, что определялось разными погодными условиями. Ориентировочные средние за сезон величины за два года были близки – около 1 г/м<sup>3</sup>, что позволяет по уровню биомассы фитопланктона охарактеризовать оз. Узкое как мезотрофное.

Ключевые слова: стратифицированные озера; фитопланктон; флагелляты; вертикальное распределение; биомасса; термоклин

Для цитирования: Трифонова И. С., Стручкина Д. П. Состав, биомасса и вертикальное распределение фитопланктона меромиктического озера Узкое (Карельский перешеек) в разные сезоны года // Труды Карельского научного центра РАН. 2026. № 9. С. 103–110. doi: 10.17076/lim2318

Финансирование. Финансовое обеспечение исследований осуществлялось из средств федерального бюджета на выполнение государственной темы ИНОЗ РАН – СПб ФИЦ РАН № FFZF-2024-0001.

# I. S. Trifonova, D. P. Struchkina\*. PHYTOPLANKTON COMPOSITION, BIOMASS AND VERTICAL DISTRIBUTION IN THE MEROMICTIC LAKE UZKOYE (KARELIAN ISTHMUS) ACROSS SEASONS

Institute of Limnology, Russian Academy of Sciences (9 Sevastyanova St., 196105 St. Petersburg, Russia), \*daryastruchkina@yandex.ru

In May, July and October 2024 and 2025 phytoplankton studies were conducted in Lake Uzkoeye, located in the selga-ridge landscape of the north-western Ladoga region. The lake is characterized by stable thermal and oxygen stratification, with the monimolimnion featuring temperature constantly at around 4 °C and an anoxic zone. The phytoplankton species composition comprises 80 algal taxa ranking below genus. Chlorophytes, diatoms, and euglenophytes were the most diverse groups in terms of the number of taxa. 45 taxa were recorded in quantitative samples. The highest abundances were exhibited by chlorococcales in chlorophytes, *Closterium acutum* in charophytes, and flagellates in cryptophytes, chrysophytes, euglenophytes, and dinoflagellates, capable of vertical migration through a strongly stratified water column. It was only in the spring that peak algal development was observed in the surface layer. In the summer and fall, the biomass was the greatest above the thermocline, at 4–6 m depths. The monimolimnion was nearly free of phytoplankton. Over the two-year period of observations in Lake Uzkoeye, the weighted-average phytoplankton biomass in the trophogenic layer (0–6 m) ranged seasonally from 0.7 to 1.8 g/m<sup>3</sup>. In 2024, the highest values were recorded in summer, whereas in 2025 they occurred in spring, which was determined by different weather conditions. The approximate seasonal averages of phytoplankton biomass were similar in the two years, about 1 g/m<sup>3</sup>, suggesting Lake Uzkoeye can be classified as mesotrophic.

**Keywords:** stratified lake; phytoplankton; flagellates; vertical distribution; biomass; thermocline

**For citation:** Trifonova I. S., Struchkina D. P. Phytoplankton composition, biomass and vertical distribution in the meromictic Lake Uzkoeye (Karelian Isthmus) across seasons. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Transactions of the Karelian Research Centre RAS*. 2026. No. 9. P. 103–110. doi: 10.17076/lim2318

**Funding.** The study was funded from the Russian federal budget through state assignment to the Institute of Limnology RAS – SPC RAS (FFZF-2024-0001).

## Введение

Фитопланктон озер Приладожья до последнего времени оставался менее изученным по сравнению с озерами других ландшафтных районов Карельского перешейка [Трифонова и др., 2017]. В 2024 и 2025 гг. проведены комплексные химико-биологические исследования (в том числе фитопланктона) на ряде озер Северо-Западного Приладожья. Среди них особый интерес представляет сравнительно глубоководное оз. Узкое, строго стратифицированное, предположительно меромиктическое [Дудаков и др., 2025]. Такие озера достаточно редки, представляют значительный интерес и подлежат охране [Eloranta, 1986; Краснова, 2021]. Изучение фитопланктона стратифицированных озер важно для понимания экологии отдельных видов и групп планктонных водорослей и механизмов их адаптации к условиям среды [Reynolds, 1980, 2006; Трифонова, 1990 и др.]. Условия и частота вертикального перемешивания водной массы и степень устойчивости стратификации

наряду с доступностью биогенных элементов во многом определяют состав и продуктивность водных сообществ и трофический тип озер [Reynolds, 2006 и др.]. Исследования выполнялись в течение двух лет, один раз в сезон – в мае, июле и октябре, что позволило проанализировать таксономический состав планктонных водорослей, их вертикальное распределение, уровень биомассы в разные сезоны.

## Объект исследований

Озеро Узкое расположено в 12 км севернее г. Приозерска в сельговом ландшафте Северо-Западного Приладожья, относящегося к Балтийскому кристаллическому щиту [Исаченко, 1985], и имеет сток непосредственно в Ладожское озеро. Водоем узкой конфигурации, вытянут с северо-запада на юго-восток, как и большинство озер Карельского перешейка, что позволяет предполагать его ледниковое происхождение. Длина озера 1,6 км, ширина до 0,5 км, средняя глубина 6–7 м, максимальная

в центральной части 16 м. Именно в центральной глубоководной части, которая занимает чуть более 10 % площади акватории, отмечена устойчивая термическая и химическая стратификация в течение всего периода исследований [Дудаков и др., 2025]. Термоклин располагался на глубине 6–8 м. Глубже 9 м, в мимолимнионе, температура воды постоянно была около 4 °С, кислород полностью отсутствовал, существовала устойчивая анаэробная зона. В весенне-летний период термоклин располагался в слое 2–4 м, к осени отмечено его заглубление до 6–8 м. По данным Н. В. Игнатьевой, значения pH изменялись в интервале 6,3–7,3, т. е. от слабокислых в мимолимнионе до нейтральных в миксолимнионе, цветность воды поверхностных слоев озера не превышала 45 град., в анаэробных условиях значения цветности резко возрастали, также резко возрастала электропроводность [Дудаков и др., 2025]. Прозрачность изменялась от 1,75 до 3 м. Наименьшие величины отмечались весной, наибольшей прозрачность была в июле.

## Материалы и методы

Исследования фитопланктона проводили в мае, июле и октябре 2024 и 2025 гг. в центральной глубоководной части озера. Качественные пробы отбирали планктонной сетью из газа № 77, количественные – батометром Рутнера по горизонтам, фиксировали раствором Люголя, концентрировали осадочным способом и просчитывали в камере Нажотта объемом 0,05 мл, биомассу рассчитывали счетно-объемным способом [Гусева, 1959]. Идентификацию водорослей проводили в основном по «Определителю пресноводных водорослей СССР» [1951–1982, т. 1–11] с учетом современных таксономических разработок. Названия и таксономическая принадлежность водорослей были уточнены с использованием международного электронного ресурса AlgaeBase [Guiry, 2026].

## Результаты и обсуждение

Таксономический состав фитопланктона оз. Узкое достаточно разнообразен. Всего за период наблюдений в планктоне озера обнаружено 80 таксонов водорослей рангом ниже рода, относящихся к 8 отделам: Chlorophyta – 25, Bacillariophyta – 14, Cyanobacteriophyta – 6, Euglenophyta – 9, Heterokontophyta – 12, Cryptista – 8, Dinoflagellata – 5, Charophyta – 1. Наибольшее число таксонов относится к хлорофитовым и диатомовым, однако многие из них

отмечены единично, в том числе большинство бентосных диатомей. Только 45 таксонов внесли вклад в общую биомассу фитопланктона (табл. 1)

Наибольшей численности достигали зеленые водоросли из хлорококковых *Botryococcus braunii*, *Crucigenia tetrapedia*, *Kirchneriella obesa*, *Quadrigula pfitzeri*, *Tetrastrum triangulare*; десмидиевая *Closterium acutum* из харовых; эвгленовые, преимущественно многочисленные виды рода *Trachelomonas*, хризифитовые *Chrysococcus* sp., *Dinobryon divergens*, *Mallomonas caudata* и криптофитовые из родов *Cryptomonas*, *Komma* и *Rhodomonas*. Из диатомовых наибольшей численности достигали *Aulacoseira tenella*, *Asterionella formosa* и *Cyclotella comta*, численность которых и роль в биомассе были выше в 2025 г.

Биомасса фитопланктона и ее изменения по сезонам, а также вертикальное распределение водорослей за два года исследований значительно отличались (рис. 1 и 2).

В мае 2024 г. величины биомассы изменялись от 0,04 до 1,05 мг/л. Наибольшими они были у поверхности и постепенно снижались с глубиной (рис. 1). В весеннем планктоне доминировали хлорофитовые и криптофитовые водоросли, составляя до 63 и 85 % общей биомассы соответственно. Доминантом из хлорофитовых была *Botryococcus braunii*, из криптофитовых – *Cryptomonas erosa*, их наибольшее развитие отмечалось в слое 0–2 м. Криptomonеды *Cryptomonas erosa*, *C. curvata*, *C. ovata* и мелкоклеточная *Komma caudata* достаточно равномерно распределялись до глубины 8 м. Субдоминантами были эвгленовые водоросли (до 13 %), среди которых преобладали *Trachelomonas volvocina* и *Euglena hemychromata*. Ниже 8 м фитопланктон практически отсутствовал.

В июле биомасса фитопланктона на разных горизонтах составляла 0,06–2,52 мг/л. Если в мае наибольшая биомасса фитопланктона отмечалась в поверхностных горизонтах, то в июле – на глубине 4 м. В поверхностном слое и на глубине 2 м доминировали хризифитовые водоросли, преимущественно виды рода *Chrysococcus*, составляя до 51 % от общей биомассы. Субдоминантами были эвгленовые (до 21 %) и криптомонеды (до 11 %), виды из родов *Trachelomonas* и *Cryptomonas*. Кроме них здесь в незначительном количестве отмечались диатомовые, в основном мелкоклеточная *Aulacoseira tenella*, *Cyclotella comta* и редко *Asterionella formosa*. Максимальная биомасса установлена на глубине 4 м, где доминировала десмидиевая *Closterium acutum* из харовых (56 %).

Таблица 1. Максимальная численность водорослей фитопланктона оз. Узкое в 2024 и 2025 гг. (тыс. кл./л)  
Table 1. Maximum number of phytoplankton algae in Lake Uzkoje in 2024 and 2025 (thousand cells/l)

| Вид / Species                                                      | 2024 | 2025 |
|--------------------------------------------------------------------|------|------|
| Cyanobacteriophyta                                                 |      |      |
| <i>Planktothrix agardhii</i> (Gom.) Anagnostidis & Kom, 1988       | -    | 600  |
| <i>Planktolyngbya limnetica</i> (Lemm.) Kom.-Legn. et Cronb., 1992 | 28   | -    |
| <i>Spirulina major</i> Kütz, 1892                                  | 20   | -    |
| Heterokontophyta                                                   |      |      |
| <i>Chrysococcus rufescens</i> Klebs, 1892                          | 24   | 360  |
| <i>Chrysococcus</i> sp.                                            | 1360 | 200  |
| <i>Dinobryon bavaricum</i> Imhof, 1890                             | -    | 20   |
| <i>D. divergens</i> Imhof, 1887                                    | 25   | 260  |
| <i>Kephyrion densatum</i> (Gerlinde Schmid) Bourrelly, 1957        | 24   | 80   |
| <i>Mallomonas caudata</i> Iwanoff (Ivan.), 1899                    | 16   | 220  |
| <i>Stenokalyx cylindricus</i> Gerlinde Schmid, 1934                | 25   | 160  |
| <i>S. laticollis</i> Conrad, 1939                                  | -    | 20   |
| Bacillariophyta                                                    |      |      |
| <i>Aulacoseira tenella</i> (Nyg.) Sim., 1979                       | 152  | 620  |
| <i>Asterionella formosa</i> Hass., 1850                            | 64   | 130  |
| <i>Cyclotella comta</i> var. <i>radiosa</i> Grunow, 1882           | 600  | 920  |
| <i>Nitzschia holsatica</i> Hust., 1930                             | 60   | -    |
| <i>Synedra ulna</i> (Nitzsch) Her., 1832                           | 120  | 60   |
| <i>Tabellaria fenestrata</i> (Lyngb.) Kütz., 1844                  | -    | 16   |
| <i>T. flocculosa</i> (Roth) Kütz., 1844                            | -    | 80   |
| Dinoflagellata                                                     |      |      |
| <i>Ceratium hirundinella</i> (O. F. Müll.) Dujardin, 1841          | 20   | 12   |
| <i>Peridinium aciculiferum</i> Lemm., 1900                         | 45   | 20   |
| <i>P. cinctum</i> (O. F. Müll.) Ehr., 1832                         | 20   | 60   |
| Cryptista                                                          |      |      |
| <i>Komma caudata</i> (L. Geitler) D. R. A. Hill, 1991              | 540  | 1200 |
| <i>Cryptomonas curvata</i> Ehr., 1832                              | 12   | -    |
| <i>C. erosa</i> Ehr., 1832                                         | 80   | 130  |
| <i>C. ovata</i> Ehr., 1832                                         | 160  | 216  |
| <i>Rhodomonas lacustris</i> Pasch. et Ruttner                      | 320  | 680  |
| Chlorophyta                                                        |      |      |
| <i>Ankyra judayi</i> (G. M. Smith) Fott, 1957                      | 4    | 8    |
| <i>Botryococcus braunii</i> Kütz., 1849                            | 20   | 320  |
| <i>Coenococcus planctonicus</i> Korsh., 1953                       | 40   | 5    |
| <i>Crucigenia tetrapedia</i> (Kirchn.) Lemmerman, 1902             | 400  | 128  |
| <i>Kirchneriella obesa</i> (West) West et G. S. West, 1894         | 220  | 20   |
| <i>Monoraphidium contortum</i> (Thur.) et Kom.-Legn., 1969         | 120  | 60   |
| <i>Oocystis submarina</i> Lagerheim, 1886                          | 12   | -    |
| <i>Quadrigula pfitzeri</i> (Schröder) G. M. Smith, 1918            | 40   | 340  |
| <i>Scenedesmus arcuatus</i> Lemm., 1898                            | -    | 192  |
| <i>Tetrastrum triangulare</i> (Chod.) Kom., 1974                   | 5    | 560  |
| <i>Tetraëdron minimum</i> (A. Br.) Hansg., 1889                    | 5    | 5    |
| Charophyta                                                         |      |      |
| <i>Closterium acutum</i> Bréb, 1848                                | 2400 | 260  |
| Euglenophyta                                                       |      |      |
| <i>Trachelomonas globularis</i> (Aver. 1910) Lemm., 1910           | 16   | 40   |
| <i>T. hispida</i> (Perty, 1849) Stein, 1878                        | 20   | 20   |
| <i>T. planctonica</i> Svir., 1914                                  | 20   | 20   |
| <i>T. superba</i> Svir., 1914                                      | 4    | 4    |
| <i>T. volvocina</i> Ehrenberg, 1834                                | 56   | 60   |
| <i>Euglena acus</i> (O. F. Müll., 1786) Her., 1830                 | 12   | -    |
| <i>E. hemichromata</i> Skuja, 1948                                 | 4    | -    |

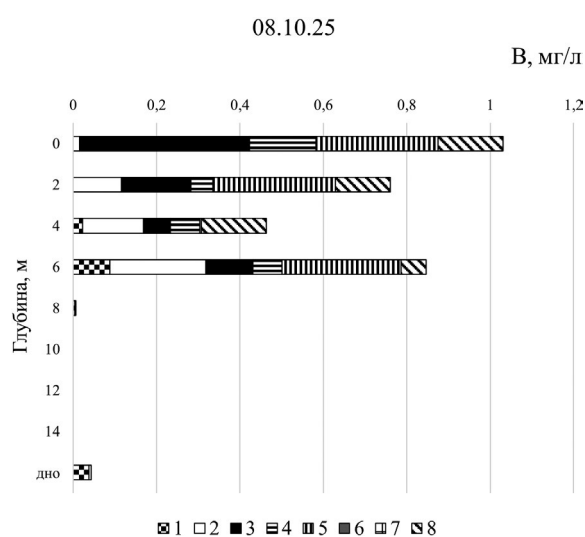
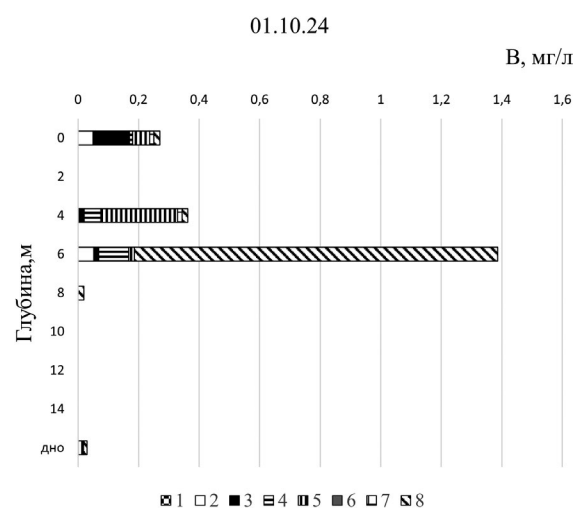
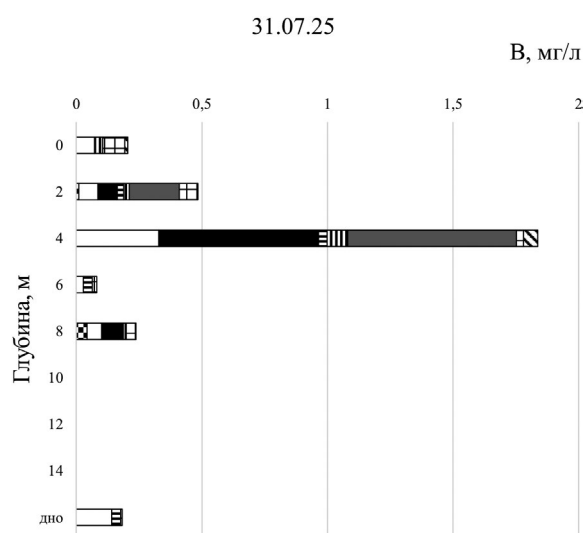
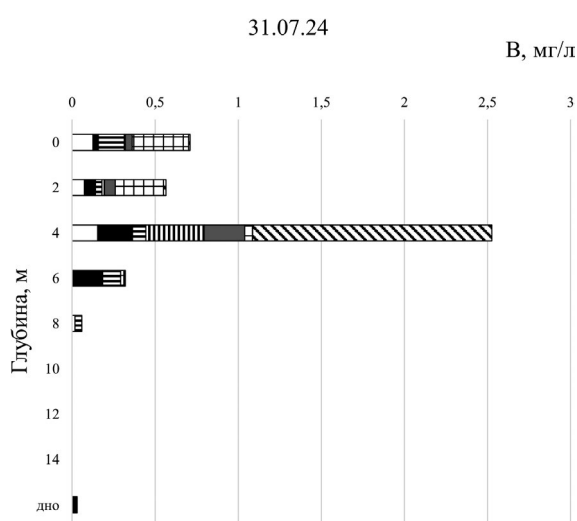
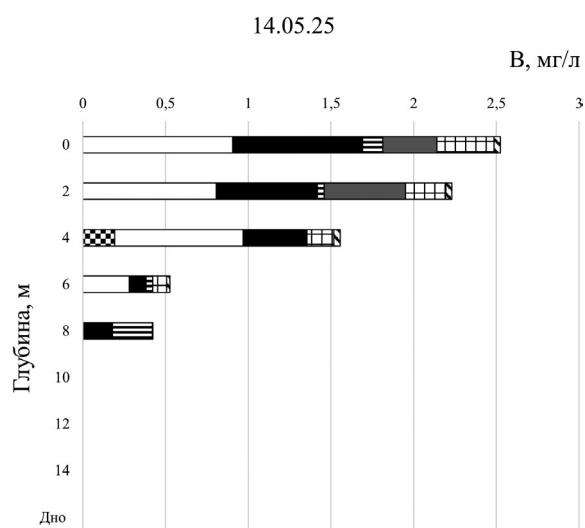
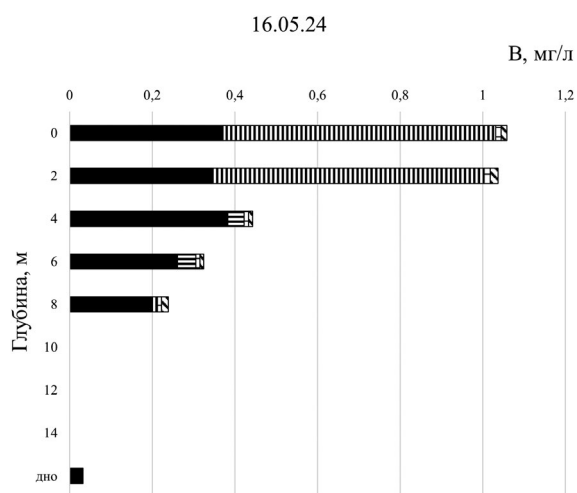


Рис. 1. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона в оз. Узкое в 2024 г.

Fig. 1. Vertical distribution of phytoplankton biomass in Lake Uzkoje in 2024

Здесь и на рис. 2 / Here and in Fig. 2: 1 – Cyanobacteriophyta, 2 – Bacillariophyta, 3 – Cryptista, 4 – Euglenophyta, 5 – Chlorophyta, 6 – Dinoflagellata, 7 – Heterokontophyta, 8 – Charophyta

Рис. 2. Вертикальное распределение биомассы фитопланктона в оз. Узкое в 2025 г.

Fig. 2. Vertical distribution of phytoplankton biomass in Lake Uzkoje in 2025

Субдоминантом была хлорофитовая *Botryococcus braunii* (13 %). Здесь же над слоем термоклина концентрировались динофитовые *Peridinium cinctum*, *P. aciculiferum*, *Ceratium hirundinella* и хризифитовая *Mallomonas caudata*. Уже на 6 м биомасса резко снижалась, в планктоне оставались криптомонады (55 %) и эвгленовые (34 %).

Осенью 2024 г. в оз. Узком биомасса фитопланктона снизилась, особенно в поверхностных слоях. Она изменялась от 0,27 до 1,39 мг/л. В слое 0–4 м, как и весной, доминировали криптомонады и хлорофитовые водоросли. Доля криптонад достигала 44 % на 0 м, а хлорофитовых – 69 % на 4 м. Субдоминантами были диатомовые *Asterionella formosa* и виды рода *Cyclotella* (до 18 %). Максимальные величины отмечались на глубине 6 м за счет массового развития десмидиевой водоросли *Closterium acutum*, ее доля составляла 86 %. Субдоминантом здесь были эвгленовые (7 %), преимущественно виды рода *Trachelomonas*.

Весной 2025 г. биомасса фитопланктона была выше, чем весной 2024 г., и изменялась от 0,42 до 2,65 мг/л (рис. 2). Максимальная величина наблюдалась в поверхностном слое и постепенно снижалась с глубиной. В слое 0–6 м доминировали диатомовые и криптофитовые водоросли. Доля диатомовых водорослей составляла от 35 до 53 %, среди них преобладали *Cyclotella comta* и *Aulacoseira tenella*. Среди криптонад, которые составляли от 19 до 42 %, доминировали *Cryptomonas erosa*, *C. reflexa*, *C. ovata* и мелкоклочные *Rhodomonas lacustris* и *Komma caudata*. Субдоминантами были динофитовые (до 22 %) и хризифитовые (до 15 %), прежде всего *Peridinium aciculiferum*, виды рода *Chrysococcus* и *Mallomonas caudata*, наибольшее развитие которых отмечалось в поверхностном слое. На глубине 4 м отмечалось заметное развитие *Planktolyngbya limnetica* (12 %) из цианобактерий. На глубине 8 м преобладали эвгленовые (57 %), в основном виды рода *Trachelomonas*.

Летом 2025 г. биомасса фитопланктона изменялась от 0,08 до 1,83 мг/л и была ниже, чем весной. На поверхности доминировали диатомовые и хризифитовые, составляя 35 и 43 % соответственно. На глубинах 2 и 4 м доминировали криптофитовые (до 34 %) и динофитовые водоросли (до 36 %), в основном *Peridinium cinctum* и *Ceratium hirundinella*. Субдоминантами были диатомовые (до 17 %) *Aulacoseira tenella*, *Asterionella formosa*, *Cyclotella comta*. Максимум биомассы отмечался на глубине 4 м над слоем термоклина. На глубине 6 м преобладали эвгленовые (43 %), диатомовые (34 %) и хризифитовые (22 %), преимущественно *Trachelomonas volvocina*, *Dinobryon divergens* и *Cyclotella comta*. На глубине 8 м до 20 % биомассы составляли цианобактерии *Planktothrix agardhii* и *Planktolyngbya limnetica*.

Осенью 2025 г. в оз. Узкое биомасса фитопланктона изменялась от 0,01 до 1,03 мг/л. Максимальные величины были у поверхности и над слоем термоклина (6 м). Доминанты по биомассе сменялись на разных глубинах. В слое 0–2 м преобладали криптомонады (до 39 %) *Rhodomonas lacustris*, *Komma caudata* и хлорофитовые водоросли (до 28 %), преимущественно *Chlamydomonas* sp. В слое 4 м биомассу определяли диатомовые *Cyclotella comta*, *Aulacoseira tenella* (31 %) и десмидиевая *Closterium acutum* (33 %). На глубине 6 м доминировали хлорофитовые, преимущественно *Chlamydomonas* sp. (33 %), и те же виды диатомовых (27 %), в число субдоминантов (10 %) входили цианобактерии *Planktothrix agardhii*, *Planktolyngbya limnetica*. В более глубоких слоях в небольшом количестве отмечалась *Spirulina major*.

В целом за два года наблюдений в оз. Узкое средневзвешенная биомасса в трофогенном слое (0–6 м) изменялась по сезонам от 0,7 до 1,8 г/м³. Причем в 2024 г. наибольшие величины отмечались летом, а в 2025 г. весной (табл. 2). Вероятно, это определялось разными погодными условиями: сроками таяния льда и начала вегетационного сезона. В 2025 году уже

Таблица 2. Средневзвешенные значения биомассы фитопланктона (В) в оз. Узкое в трофогенном слое в 2024 и 2025 гг.

Table 2. Weighted average biomass (B) of phytoplankton in the trophogenic layer of Lake Uzkoje in 2024 and 2025

| Дата / Date     | 14.05.24 | 31.07.24 | 01.10.24 |
|-----------------|----------|----------|----------|
| В, г/м³<br>g/m³ | 0,70     | 1,35     | 0,86     |
| Дата/Date       | 14.05.25 | 31.07.25 | 08.10.25 |
| В, г/м³<br>g/m³ | 1,77     | 0,85     | 0,72     |

в начале апреля установились положительные температуры, которые держались на протяжении всего месяца, тогда как в 2024 г. постоянные положительные температуры установились только в конце апреля; июль 2025 г., напротив, был более холодным и ветреным [Архив...].

## Заключение

В стратифицированном оз. Узкое ориентировочные средние за период исследования величины за два года были близки, около  $1 \text{ г/м}^3$ , что позволяет по уровню биомассы фитопланктона охарактеризовать озеро как мезотрофное [Трифорова, 1990]. Только весной максимальное развитие водорослей наблюдалось в поверхностном слое. Летом и осенью максимум биомассы отмечался над слоем термоклина на глубине 4–6 м, в мониолимнионе фитопланктон практически отсутствовал. В оба года над слоем термоклина и непосредственно в нем концентрировались флагеллаты из криптофитовых, хризифитовых, эвгленовых и динофитовых водорослей и десмидиевая *Closterium acutum*, способные к вертикальной миграции в водной толще в условиях строгой стратификации. Кроме того, ниже термоклина в небольшом количестве встречены цианобактерии из родов *Planktothrix* и *Planktolyngbya*. Диатомовые, преобладающие по биомассе в большинстве озер Карельского перешейка [Трифорова, 1990], в оз. Узкое играли заметную роль только в 2025 г. в условиях большой ветровой активности.

Из известных континентальных пресноводных меромиктических озер [Краснова, 2021] наиболее сходны с оз. Узкое по составу и распределению фитопланктона озера Валаамского архипелага Игуменское и Черное [Воякина, 2007] и небольшие стратифицированные лесные озера Финляндии [Arvola, Rask, 1984; Eloranta, 1986]. Во всех этих водоемах по биомассе преобладали флагеллаты из криптофитовых, золотистых и динофитовых водорослей, в массе развивались рафидофитовые (*Gonyostomum semen*). Все эти водоросли, помимо способности к вертикальной миграции в оптимальные слои водной толщи, являются миксотрофными организмами и могут потреблять растворенное органическое вещество. Конкурентные преимущества этих организмов в условиях стратификации и дефицита биогенных элементов определяют особенности состава и вертикального распределения фитопланктона стратифицированных водоемов [Reynolds, 1980, 2006 и др.]. Важную роль играют и погодные условия разных лет, определяя степень перемешивания.

Авторы выражают благодарность к. г. н. Н. В. Игнатъевой за организацию исследований оз. Узкое и гидрохимические данные.

## Литература

- Архив погоды в Приозерске // Gismeteo [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gismeteo.ru/weather-priozersk-3932/archive/> (дата обращения: 18.03.2026).
- Воякина Е. Ю. Фитопланктон внутренних водоемов Валаамского архипелага и прилегающей акватории Ладожского озера: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2007. 23 с.
- Гусева К. А. К методике учета фитопланктона // Труды Института биологии водохранилищ. 1959. Т. 2, вып. 5. С. 44–51.
- Дудаков С. М., Игнатъева Н. В., Дудакова Д. С. Гидроакустические и гидрохимические характеристики меромиктического озера Узкое // LXXVIII Герценовские чтения. География: развитие науки и образования: Мат-лы Междунар. науч.-практ. конф., 23–26 апреля 2025 г. СПб.: РГПУ им. А. И. Герцена, 2025. С. 164–167.
- Исаченко А. Г. Ландшафты СССР. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1985. 320 с.
- Краснова Е. Д. Экология меромиктических озер России. 2. Континентальные водоемы // Водные ресурсы. 2021. Т. 48, № 4. С. 451–460. doi: 10.31857/S032105962104009X
- Определитель пресноводных водорослей СССР / Отв. ред. М. М. Голлербах. М.: Советская наука; Л.: Наука, 1951–1983. Вып. 1–11.
- Трифорова И. С., Афанасьева А. Л., Русанов А. Г. Трофическое состояние озер разных ландшафтов Карельского перешейка в современных условиях // Вода: Химия и экология. 2017. № 7. С. 3–8.
- Трифорова И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л.: Наука, 1990. 182 с.
- Arvola L., Rask M. Relations between phytoplankton and environmental factors in a small, spring meromictic lake in southern Finland // Aqua Fennica. 1984. Vol. 14. P. 129–138.
- Eloranta P. Phytoplankton structure in different lake types in central Finland // Holarct Ecol. 1986. Vol. 9. P. 214–224. doi: 10.1111/j.1600-0587.1986.tb01210.x
- Findenegg J. Factors controlling primary productivity, especially with regard to water replenishment, stratification, and mixing // Primary productivity in aquatic environments: Proceedings of an I. B. P. PF Symposium, Pallanza, Italy, 1965 / Ed. Goldman C. R. Berkeley: University of California Press; 1966. P. 105–119.
- Guiry M. D., Guiry G. M. AlgaeBase. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2026. URL: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=sourcedetails&id=37> (дата обращения: 15.03.2026).
- Reynolds C. S. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems // Holarctic Ecology. 1980. Vol. 3. P. 141–159. doi: 10.1111/j.1600-0587.1980.tb00721.x
- Reynolds C. S. The ecology of phytoplankton. Cambridge: Cambridge Univ. Press, 2006. 443 p. doi: 10.1017/CBO9780511542145

## References

Arvola L., Rask M. Relations between phytoplankton and environmental factors in a small, spring meromictic lake in southern Finland. *Aqua Fennica*. 1984;14:129–138.

Dudakov S. M., Ignat'eva N. V., Dudakova D. S. Hydroacoustic and hydrochemical characteristics of meromictic Lake Uzkoie. *LXXVIII Gertsenovskie chteniya. Geografiya: razvitie nauki i obrazovaniya: Mat-ly Mezhdunar. nauch.-prakt. konf., 23–26 aprelya 2025 g. = LXXVIII Herzen Readings. Geography: development of science and education: Proceed. of the Int. scientific and practical conf., Apr. 23–26, 2025; St. Petersburg, Russia*. St. Petersburg; 2025. P. 164–167. (In Russ.)

Eloranta P. Phytoplankton structure in different lake types in central Finland. *Holarct Ecol.* 1986;9:214–224. doi: 10.1111/j.1600-0587.1986.tb01210.x

Findenegg J. Factors controlling primary productivity, especially with regard to water replenishment, stratification, and mixing. *Primary productivity in aquatic environments: Proceedings of an I. B. P. PF Symposium, Pallanza, Italy, 1965*. Berkeley: University of California Press; 1966. P. 105–119.

Gollerbach M. M. (ed.). A key to freshwater algae of the USSR. Moscow: Sovetskaya nauka; Leningrad: Nauka; 1951–1983. Vol. 1–11. (In Russ.)

Guiry M. D., Guiry G. M. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. 2026. URL: <https://www.marinespecies.org/aphia.php?p=sourcedetails&id=37> (accessed: 15.03.2026).

Guseva K. A. To the methodology of accounting for phytoplankton. *Trudy Instituta biologii vodokhranilishch = Proceed. of the Institute of Reservoir Biology*. 1959;2(5):44–51. (In Russ.)

Isachenko A. G. Landscapes of the USSR. Leningrad: Leningrad. Univ.; 1985. 320 p. (In Russ.)

Krasnova E. D. Ecology of meromictic lakes in Russia. 2. Continental water bodies. *Vodnye Resursy = Water Resources*. 2021;48(4):451–160. (In Russ.). doi: 10.31857/S032105962104009X

Reynolds C. S. Phytoplankton assemblages and their periodicity in stratifying lake systems. *Holarct Ecol.* 1980; 3:141–159. doi: 10.1111/j.1600-0587.1980.tb00721.x

Reynolds C. S. The ecology of phytoplankton. Cambridge: Cambridge Univ. Press; 2006. 443 p. doi: 10.1017/CBO9780511542145

Trifonova I. S., Afanas'eva A. L., Rusanov A. G. Trophic state of lakes in different landscapes of the Karelian Isthmus under modern conditions. *Voda: Khimiya i ekhologiya = Water: Chemistry and Ecology*. 2016;7: 3–8. (In Russ.)

Trifonova I. S. Ecology and succession of lake phytoplankton. Leningrad: Nauka; 1990. 182 p. (In Russ.)

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.)

Weather archive in Prioersk. *Gismeteo*. (In Russ.) URL: <https://www.gismeteo.ru/weather-prioersk-3932/archive/> (accessed: 18.03.2026).

Поступила в редакцию / received: 24.02.2026; принята к публикации / accepted: 18.05.2026.  
Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов / The authors declare no conflict of interest.

## СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ:

**Трифоновна Ирина Сергеевна**

д-р биол. наук, профессор, ведущий научный сотрудник  
e-mail: [itrifonova@mail.ru](mailto:itrifonova@mail.ru)

**Стручкина Дарья Павловна**

младший научный сотрудник  
e-mail: [daryastruchkina@yandex.ru](mailto:daryastruchkina@yandex.ru)

## CONTRIBUTORS:

**Trifonova, Irina**

Dr. Sci. (Biol.), Professor, Leading Researcher

**Struchkina, Darya**

Junior Researcher