

## ЭКОЛОГИЯ

Научная статья  
УДК 581.526.325.2:502.221(571.51)  
doi: 10.17223/19988591/70/9

### Видовой состав, таксономическая структура и доминирующие комплексы фитопланктона рек и ручьев национального парка «Красноярские Столбы»

Ольга Прокопьевна Баженова<sup>1</sup>, Ксения Александровна Эйхвальд<sup>2</sup>,  
Сергей Иванович Генкал<sup>3</sup>, Елена Федотовна Тропина<sup>4</sup>

<sup>1,2</sup> Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина,  
Омск, Россия

<sup>3</sup> Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН,  
пос. Борок, Россия

<sup>4</sup> Национальный парк «Красноярские Столбы», Красноярск, Россия

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2406-4319>, [olga52@bk.ru](mailto:olga52@bk.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0003-1246-8698>, [ka.eykhvald@omgau.org](mailto:ka.eykhvald@omgau.org)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6475-4029>, [genkal47@mail.ru](mailto:genkal47@mail.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6506-5476>, [nau-stolby@yandex.ru](mailto:nau-stolby@yandex.ru)

**Аннотация.** Приведены результаты исследования летнего фитопланктона рек и ручьев национального парка «Красноярские Столбы» в 2021–2023 гг. Видовой состав и таксономическая структура фитопланктона имеют черты, типичные для горных водотоков. Основу видового богатства фитопланктона формируют диатомовые водоросли, в основном из числа обитателей бентоса и обрастаний, доля остальных отделов колеблется в пределах 1–14%. В таксономическом спектре фитопланктона на всех уровнях также преобладают диатомовые водоросли. Доминирующий комплекс характеризуется полидоминантностью, существенными межгодовыми различиями, преобладанием безгетероцистных мелкоячеистых цианобактерий рода *Aphanocapsa* и случайно-планктонных видов диатомей родов *Cocconeis* и *Meridion*. В составе второстепенных доминантов значительная доля принадлежит хлорококковым водорослям. Особенности доминирующего комплекса свидетельствуют о негативных процессах в экосистемах водных объектов национального парка, что связано с повышенным антропогенным воздействием на его территорию из-за высокой рекреационной нагрузки. Сложившаяся ситуация требует дальнейшего биомониторинга водных объектов и оценки уровня рекреационной нагрузки на территорию национального парка.

**Ключевые слова:** фитопланктон, видовой состав, таксономическая структура, доминирующий комплекс, реки и ручьи, национальный парк «Красноярские Столбы»

**Источник финансирования:** исследования выполнены в рамках темы НИР «Изучение естественного хода процессов и явлений в природном комплексе национального парка «Красноярские Столбы» с целью выявления многолетней динамики экосистем и сохранения природной среды», номер государственной регистрации 1-22-106-1.

**Для цитирования:** Баженова О.П., Эйхвальд К.А., Генкал С.И., Тропина Е.Ф. Видовой состав, таксономическая структура и доминирующие комплексы фитопланктона рек и ручьев национального парка «Красноярские Столбы» // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2025. № 70. С. 157–178. doi: 10.17223/19988591/70/9

Original article

doi: 10.17223/19988591/70/9

## Species composition, taxonomic structure and dominant phytoplankton complexes of rivers and streams of the Krasnoyarsk Pillars National Park

Olga P. Bazhenova<sup>1</sup>, Ksenia A. Eichvald<sup>2</sup>, Sergey I. Genkal<sup>3</sup>,  
Elena F. Tropina<sup>4</sup>

<sup>1, 2</sup> Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin, Omsk, Russian Federation

<sup>3</sup> I.D. Papanin Institute of biology of inland waters of the Russian Academy of Sciences, Borok, Russian Federation

<sup>4</sup> Krasnoyarsk Pillars National Park, Krasnoyarsk, Russian Federation

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2406-4319>, [olga52@bk.ru](mailto:olga52@bk.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0003-1246-8698>, [ka.eykhvald@omgau.org](mailto:ka.eykhvald@omgau.org)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6475-4029>, [genkal47@mail.ru](mailto:genkal47@mail.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6506-5476>, [nau-stolby@yandex.ru](mailto:nau-stolby@yandex.ru)

**Summary.** The Krasnoyarsk Pillars National Park is located in the suburbs of Krasnoyarsk. The geographical coordinates of the park are 55°38'–55°58' N, 92°20'–93°20' E, the territory is part of the Altai-Sayan fold system. The territory of the national park is experiencing increased anthropogenic impact associated with high recreational load due to the location of the park. The study of biodiversity of special protection natural areas is currently very relevant; phytoplankton occupy a special place among the main components of aquatic ecosystems as a basic element in the formation of trophic status and water quality. Research on the phytoplankton of rivers and streams in the territory of the Krasnoyarsk Pillars National Park was not carried out until 2021. The purpose of this article is to characterize the species composition, taxonomic structure and dominant complexes of phytoplankton in the rivers and streams of the Krasnoyarsk Pillars National Park. The article uses materials from the processing of phytoplankton samples from rivers and streams of the Krasnoyarsk Pillars National Park, collected in August 2021–2023 (see Fig. 1). Selection, fixation and processing of samples were carried out using generally accepted methods. Diatom species were identified on permanent preparations and from images obtained on a JSM-6510LV scanning electron microscope (SEM). Species whose abundance was at least 10% of the total were classified as dominant. The choice of the abundance criterion is due to the greater metabolic activity of small organisms compared to large ones. Dominant complex analysis was performed using frequency of occurrence (pF), dominance frequency (DF), and dominance order (Dt).

As a result of the research, 253 species and intraspecific taxa (SIT) of algae were identified, including the nomenclatural type of species, from 7 departments, including: Cyanoprokaryota - 8, Chrysophyta - 6, Dinophyta - 1, Euglenophyta - 12, Bacillariophyta - 188, Chlorophyta - 35, Charophyta - 3. The predominant importance in the taxonomic structure belongs to Bacillariophyta (74.31%), the share of other departments ranges from 1–14% (see Table 1). The taxonomic spectrum of phytoplankton

demonstrates a clear predominance of diatoms at all levels: classes (Bacillariophyceae, 68.77% of the total number of SIT), orders (Cymbellales - 20.95%, Naviculales - 18.18%), families (1st to 6th place - 46.24%) and genera (from 1<sup>st</sup> to 6<sup>th</sup> place - 30.83%) (see Table 2). The species composition and taxonomic structure of phytoplankton in rivers and streams of the Krasnoyarsk Pillars National Park have features typical of mountain streams. The dominant phytoplankton complex is diverse, it is formed by 22 SIT from 4 departments, including: Cyanoprokaryota - 3, Bacillariophyta - 6, Chlorophyta - 11, Chrysophyta - 2 (see Table 3). The dominants include 8.70% of the total number of SIT found in the water bodies of the National Park, they are dominated by species from the Chlorophyta department (50.0% of the total number of dominants). The maximum indicators of order and frequency of dominance are characterful of the cyanoprokaryote *Aphanocapsa holsatica* (DF = 68.72, Dt = 100), the second and third places in importance of these indicators are occupied by the diatoms *Cocconeis euglypta* (DF = 59.09, Dt = 68.42) and *Meridion circulare* (DF = 31.82, Dt = 77.80). The composition and structure of the dominant phytoplankton complexes vary significantly over the years of research; particular specificity is inherent in the dominant complex in 2021. The dominant phytoplankton complex of rivers and streams of the National Park is characterized by polydominance, significant interannual differences in composition and structure, dominance of heterocyst-free small-celled cyanoprokaryotes and random planktonic species of diatoms, a significant proportion of chlorococcal algae, including small-celled species, among the minor dominants. This indicates the presence of negative processes developing in aquatic ecosystems, which is undoubtedly associated with increased anthropogenic impact due to high recreational load. The current situation requires further biomonitoring of the water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park and assessment of the level of recreational load on its territory.

The article contains 1 Figure, 4 Tables, 57 References.

**Keywords:** phytoplankton, species composition, taxonomic structure, dominant complex, rivers and streams, Krasnoyarsk Pillars National Park

**Fundings:** research was carried out as part of the research topic «Study of the natural course of processes and phenomena in the natural complex of the Krasnoyarsk Pillars National Park in order to identify long-term dynamics of ecosystems and preserve the natural environment», state registration No. 1-22-106-1.

**For citation:** Bazhenova OP, Eichvald KA, Genkal SI, Tropina EF. Species composition, taxonomic structure and dominant phytoplankton complexes of rivers and streams of the Krasnoyarsk Pillars National Park. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2025;70: 157-178. doi: 10.17223/19988591/70/9

## Введение

Национальный парк «Красноярские Столбы» (далее – НП) находится в пригороде г. Красноярска. Географическое расположение парка определяется координатами 55°38'–55°58' N и 92°20'–93°20' E, территория входит в Алтае-Саянскую складчатую систему и находится в зоне сочленения Восточного Саяна и Кузнецкого Алатау с Сибирской платформой [1].

Речная сеть НП представлена водосборными бассейнами четырех рек: Маны, Базаихи, Большой Слизневой и Енисея. Реки и ручьи имеют типично горный характер [2]. Притоки рек Маны и Большой Слизневой протекают по юго-западной части парка, имеют небольшую протяженность,

крутое падение, маловодны и не обладают разработанными долинами. На восточной границе парка долина р. Базаихи сложена мощными рыхлыми отложениями, которые постоянно размываются, образуя полуостровки и затоны, протоки и заболоченные старицы. Самую многочисленную группу водных объектов НП представляют ручьи протяженностью около 2 км, падение составляет 70–180 м/км. Густая гидрографическая сеть в сочетании с горным рельефом обеспечивает хороший дренаж территории НП [1].

Территория НП испытывает на себе повышенное антропогенное воздействие, связанное с высокой рекреационной нагрузкой из-за расположения парка в городской черте Красноярска [3]. Рекреационную зону НП ежегодно посещают около миллиона человек, в 2023 г. парк занял 4-е место в рейтинге посещаемости особо охраняемых природных территорий России [4].

В связи с реализацией Конвенции о сохранении биологического разнообразия [5] изучение таксономического богатства, структуры и состояния групп живых организмов продолжает оставаться актуальным, большое значение в этом контексте приобретает изучение биоразнообразия особо охраняемых природных территорий [6]. Особое место среди основных компонентов водных объектов занимает фитопланктон, являющийся базовым элементом в формировании трофического статуса и качества вод [7].

Исследования фитопланктона рек и ручьев на территории НП не проводилось до 2021 г. Некоторые сведения о диатомовых водорослях Енисея и его притоков, в том числе в устье р. Маны вне зоны НП, приведены в работе Б.В. Скворцова [8]. Кроме того, имеются сведения о фитоперифитоне рек Базаихи и Маны по результатам исследований в 1999–2007 гг. также вне зоны НП [9]. По результатам наших исследований в 2021–2023 гг. была дана эколого-географическая характеристика водорослей из планктона рек и ручьев НП, определен их трофический статус и оценено качество воды [10–14].

Цель работы – охарактеризовать видовой состав, таксономическую структуру и доминирующие виды водорослей фитопланктона рек и ручьев НП «Красноярские Столбы».

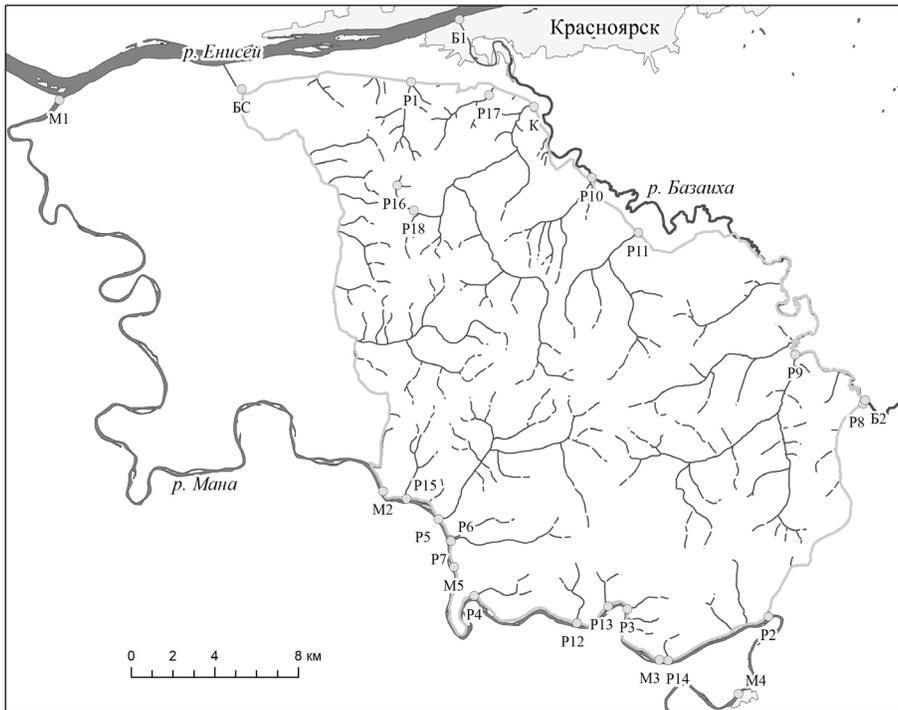
### **Материал и методы исследования**

В статье использованы материалы обработки 56 количественных и 24 качественных проб фитопланктона водных объектов НП, отобранных в августе 2021–2023 гг. Отбор проб проводили на реках Мана, Базаиха, Большая Слизнева, Калтат, ручьях Большой, Средний, Малый Индей, Берлы, Кривопохвальный, Маслянка, Выносная, Хайдынка, Князева, Сарала, Веселый, Большой Инжул, Сынжул, Намурт, Лалетина, Нелидовский, Моховой, Средний Калтат (рис. 1).

Количественные пробы фитопланктона (объем 0,5 л) отбирали зачерпыванием из поверхностного слоя воды. Качественные пробы получали процеживанием 20–50 л воды через сеть Апштейна (газ № 78). Пробы фиксировали 40% формалином с добавлением раствора Люголя, концентрировали осадочным способом. Определение видов водорослей и подсчет числа

клеток проводили на световом микроскопе «Euler Professor 770Т» в камере Горяева. Идентификацию видов диатомовых водорослей проводили на постоянных препаратах с использованием масляной иммерсии ( $\times 2500$ ) и по снимкам, полученным на сканирующем электронном микроскопе (СЭМ) JSM-6510LV в Институте биологии внутренних вод РАН. Для освобождения клеток диатомей от протопласта применяли метод холодного сжигания [15].

При отборе проб проводили измерения температуры воздуха, воды, активной реакции водной среды с помощью прибора «Экотест-2000-И».



**Рис. 1.** Карта-схема территории НП «Красноярские Столбы» с указанием точек отбора проб: реки: М – Мана (М<sub>1</sub> – устье, М<sub>2</sub> – кордон Кандалак, М<sub>3</sub> – кордон Берлы, М<sub>4</sub> – пос. Береть, М<sub>5</sub> – старица), Б – Базаиха (Б<sub>1</sub> – устье, Б<sub>2</sub> – кордон Долгуша), БС – Большая Слизнева, К – Калтат; ручьи: Р<sub>1</sub> – Лалетина, Р<sub>2</sub> – Берлы, Р<sub>3</sub> – Кривопахвальный, Р<sub>4</sub> – Маслянка, Р<sub>5</sub> – Большой Индей, Р<sub>6</sub> – Средний Индей, Р<sub>7</sub> – Малый Индей, Р<sub>8</sub> – Веселый, Р<sub>9</sub> – Большой Инжул, Р<sub>10</sub> – Сынжул, Р<sub>11</sub> – Намурт, Р<sub>12</sub> – Выносная, Р<sub>13</sub> – Хайдынка, Р<sub>14</sub> – Князева, Р<sub>15</sub> – Сарала, Р<sub>16</sub> – Нелидовский, Р<sub>17</sub> – Моховой, Р<sub>18</sub> – Средний Калтат  
[Fig. 1. A schematic map of the territory of the NP Krasnoyarsk Pillars with an indication of sampling points: Rivers: M - Mana (M<sub>1</sub> - mouth, M<sub>2</sub> - cordon Kandalak, M<sub>3</sub> - cordon Berly, M<sub>4</sub> - settlement Beret, M<sub>5</sub> - staritsa), B - Bazaiha (B<sub>1</sub> - estuary, B<sub>2</sub> - cordon Dolgusha), BS - Bolshaya Slizneva, K - Kaltat; Streams: P<sub>1</sub> - Laletina, P<sub>2</sub> - Berly, P<sub>3</sub> - Krivopokhvalny, P<sub>4</sub> - Maslyanka, P<sub>5</sub> - Bolshoy Indey, P<sub>6</sub> - Sredny Indey, P<sub>7</sub> - Maly Indey, P<sub>8</sub> - Vesely, P<sub>9</sub> - Bolshoy Injul, P<sub>10</sub> - Synzhul, P<sub>11</sub> - Namurt, P<sub>12</sub> - Vynosnaya, P<sub>13</sub> - Khaydynka, P<sub>14</sub> - Knyazeva, P<sub>15</sub> - Sarala, P<sub>16</sub> - Nelidovskiy, P<sub>17</sub> - Mokhovoy, P<sub>18</sub> - Sredny Kaltat]

Таксономический список видов водорослей фитопланктона составлен с учетом современных систематических преобразований, актуализацию видовых названий проводили по данным международной базы Algaebase [16].

К доминантам относили виды, численность которых составляла не менее 10% общей [17]. Выбор критерия численности при выделении доминирующих видов обусловлен большей метаболической активностью мелких организмов по сравнению с крупными, что многократно подтверждалось различными исследованиями [18–22]. Согласно определению [23, 24], доминант – это вид, который активнее, чем прочие, участвует в круговороте веществ в экосистеме, занимающий в сообществе главенствующее положение, оказывающий преобладающее влияние на ход биоценологических процессов, обладающий на своем трофическом уровне наибольшей продуктивностью.

Анализ доминирующего комплекса проводили по показателям доминирования: частота встречаемости (pF), частота доминирования (DF) и порядок доминирования (Dt) [25, 26]. Доминирующие виды разделяли на категории по DF, согласно классификации О.М. Кожовой [25]: а) I категория – наиболее часто встречающиеся виды (> 50%); б) II категория – часто встречающиеся виды (21–50%); в) III категория – нечасто встречающиеся виды (1–20%).

Кроме того, по шкале Е.Л. Любарского среди доминантов выделяли четыре группы: абсолютные доминанты ( $64 < DF \leq 100$ ), доминанты ( $36 < DF \leq 64$ ), субдоминанты ( $16 < DF \leq 36$ ) и второстепенные виды ( $4 < DF \leq 16$ ) [27].

### Результаты исследования и обсуждение

Температура воздуха во время исследований колебалась от 17 до 25°C, температура воды в реках и ручьях изменялась в более широких пределах. В самых холодных ручьях (Маслянка и Сынжул) – от 8,10 до 9,88°C, самых теплых (Кривопохвальный, Средний Индей и Князева) – от 13,80 до 14,92°C. Температура воды в реках колебалась от 10,2 (Большая Слизнева и Калтат) до 22,92°C (Мана и Базаиха). Активная реакция водной среды изменялась от слабокислой (5,73, руч. Малый Индей) до слабощелочной (8,62, р. Мана). Скорость течения в реках и ручьях НП колеблется в широких пределах, минимальная скорость течения (0,14–0,63 м/с) зафиксирована в летнюю межень, пределы колебания максимальной скорости более широкие (0,60–1,77 м/с).

За исследуемый период в летнем фитопланктоне рек и ручьев НП идентифицировано 253 видовых и внутривидовых таксона (ВВТ), включая номенклатурный тип вида из 7 отделов, в том числе: Cyanoprokaryota – 8, Chrysophyta – 6, Dinophyta – 1, Euglenophyta – 12, Bacillariophyta – 188, Chlorophyta – 35, Charophyta – 3. Превалирующее значение в таксономической структуре принадлежит Bacillariophyta (74,31%), доля остальных отделов колеблется в пределах 1–14% (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

**Таксономическая структура фитопланктона водных объектов  
НП «Красноярские Столбы», 2021–2023 гг.  
[Taxonomic structure of phytoplankton of water bodies NP Krasnoyarsk Pillars, 2021–2023]**

Отдел [Phylum]	Класс [Class]	Количество [Quantity]				
		По- рядков [Order]	Се- мейств [Family]	Родов [Genus]	Видов [Spe- cies]	ВВТ [SIT]
Цианопрокaryota	Cyanophyceae	4	6	7	8	8
Chrysophyta	Chrysophyceae	1	2	4	6	6
Dinophyta	Dinophyceae	1	1	1	1	1
Euglenophyta	Euglenophyceae	1	2	4	10	12
Bacillariophyta	Coscinodiscaceae	2	2	2	6	6
	Mediophyceae	2	2	5	8	8
	Bacillariophyceae	11	24	59	171	174
Chlorophyta	Chlorophyceae	2	10	17	26	27
	Trebouxiophyceae	1	2	5	5	8
Charophyta	Conjugatophyceae	1	2	2	2	2
	Zygnematophyceae	1	1	1	1	1
Всего [In total]		27	54	107	244	253

*Примечание.* ВВТ – видовой и внутривидовой таксон.  
[Note. SIT - species and intraspecific taxa].

Таксономический спектр фитопланктона рек и ручьев НП демонстрирует явное преобладание диатомовых водорослей на всех уровнях – классов (Bacillariophyceae, 68,77% от общего числа ВВТ), порядков (Cymbellales – 20,95%, Naviculales – 18,18%), семейств (с 1-го по 6-е место – 46,24%) и родов (с 1-го по 6-е место – 30,83%) (табл. 2).

Основу видового богатства водорослей из планктона всех исследованных водных объектов НП составляют диатомовые водоросли. Преобладание диатомей в альгофлоре горных водотоков является их характерной чертой и отмечено многими исследователями в различных физико-географических зонах [9, 28–38].

Большинство найденных видов относится к пеннатным диатомеям класса Bacillariophyceae (92,55% от общего числа диатомовых водорослей), и только 14 ВВТ – к центрическим диатомеям из родов *Aulacoseira* Thw., *Cyclostephanos* Round, *Cyclotella* (Kütz.) Breb., *Lineaperpetua* P.Yu, Q.-M. You, Kociolek et Wang, *Melosira* Ag., *Stephanocyclus* Skabich., *Stephanodiscus* Ehr.

Пеннатные диатомеи представлены двумя экологическими группами – небольшим числом истинно планктонных видов (*Fragilaria crotonensis* Kitt., *Ulnaria acus* (Kütz.) Aboal, *Asterionella formosa* Hass., *Diatoma tenuis* Ag.,

Таблица 2 [Table 2]

**Таксономический спектр ведущих классов, порядков, семейств, родов водорослей из планктона рек и ручьев НП «Красноярские Столбы» и их ранговые места (в скобках), 2021–2023 гг.**

**[Taxonomic spectrum of the leading classes, orders, families, genera of algae from the plankton of rivers and streams of the NP Krasnoyarsk Pillars and their rank places (in parentheses), 2021–2023]**

Класс [Class]	Количество [Quantity]		Порядок [Order]	Количество [Quantity]	
	Видов [Species]	BBT [SIT]		Видов [Species]	BBT [SIT]
Bacillariophyceae	171 (1)	174 (1)	Cymbellales	53 (1)	53 (1)
Chlorophyceae	26 (2)	27 (2)	Naviculales	46 (2)	46 (2)
Euglenophyceae	10 (3)	12 (3)	Sphaeropleales	23 (3)	24 (3)
Mediophyceae	8 (4–5)	8 (4–5)	Achnanthes	23 (4)	23 (4)
ЦианопHYCEAE	8 (4–5)	8 (4–5)	Fragilariiales	15 (5–6)	15 (5–6)
Coscinodiscaceae	6 (6–7)	6 (6–7)	Bacillariales	15 (5–6)	15 (5–6)
Chrysophyceae	6 (6–7)	6 (6–7)	Euglenales	10 (7)	12 (7)
Trebouxiophyceae	5 (8)	5 (8)	Chlorellales	5 (8)	8 (8)
Conjugatophyceae	2 (9)	2 (9)	Stephanodiscales	6 (9–10)	6 (9–10)
Zygnematophyceae	1 (10–11)	1 (10–11)	Chromulinales	6 (9–10)	6 (9–10)
Dinophyceae	1 (10–11)	1 (10–11)	–	–	–
Всего/% [In total]	244/100	253/100	Всего/% [In total]	202/82,79	208/82,21
Семейство [Family]	Количество [Quantity]		Род [Genus]	Количество [Quantity]	
	Видов [Species]	BBT [SIT]		Видов [Species]	BBT [SIT]
Gomphonemataceae	31 (1)	31 (1)	Gomphonema	21 (1)	21 (1)
Naviculaceae	25 (2)	26 (2)	Navicula	20 (2)	20 (2)
Cymbellaceae	18 (3–4)	18 (3–4)	Nitzschia	13 (3)	13 (3)
Achnanthaceae	18 (3–4)	18 (3–4)	Cymbella	9 (4)	9 (4)
Bacillariaceae	15 (5)	15 (5)	Achnantheidium	8 (5)	8 (5)
Fragilariaceae	9 (6)	9 (6)	Encyonema	7 (6)	7 (6)
Euglenaceae	5 (7)	7 (7)	Trachelomonas	4 (7)	6 (7)
Characiaceae	6 (8–11)	6 (8–11)	Planothidium	5 (8–9)	5 (8–9)
Selenastraceae	6 (8–11)	6 (8–11)	Cocconeis	4 (8–9)	5 (8–9)
Stephanodiscaceae	6 (8–11)	6 (8–11)	–	–	–
Staurisiraceae	6 (8–11)	6 (8–11)	–	–	–
Всего/% [In total]	145/59,43	148/58,50	Всего/% [In total]	91/37,30	94/37,15

*Примечание.* BBT – видовой и внутривидовой таксон.  
[Note. SIT - species and intraspecific taxa].

*Nitzschia graciliformis* Lange-Bertalot et Simonsen и др.) и обилием случайно-планктонных. Из последних повсеместно встречаются *Cocconeis lineata* Ehr., *C. placentula* Ehr., *C. euglypta* Ehr., *Melosira varians* Ag., *Meridion circulare* (Grev.) Ag., *Planothidium lanceolatum* (Breb. ex Kütz.) Lange-Bertalot, *Navicula capitatoradiata* Germain ex Gasse, *N. metareichardtiana* Lange-Bertalot et Kusber. Нестабильность среды, обусловленная быстрым течением и турбулентностью воды в горных водотоках НП, является причиной бедности истинно планктонных водорослей и большого количества случайно-планктонных форм водорослей, типичных обитателей бентоса и обрастаний.

Второе место по значимости в формировании видового богатства фитопланктона занимают зеленые водоросли, их доля составляет 13,83%. В таксономическом спектре Chlorophyta занимают второе место на уровне классов и третье – на уровне порядков, на уровне семейств они замыкают таксономический спектр (8–9-е место), а на уровне родов выпадают из него. В фитопланктоне всех исследованных объектов встречаются мелкоклеточные хлорококковые водоросли *Monoraphidium contortum* (Thur.) Kom.-Legn. и *M. minutum* (Näg.) Kom.-Legn. Хлорококковые водоросли играют важную роль в планктоне крупных северных рек России [20, 39, 40]. Наиболее высокое относительное участие Chlorophyta в количественном развитии фитопланктона характерно преимущественно для рек с замедленным течением, хорошо развитой поймой и подверженных влиянию мелководных, хорошо прогреваемых притоков [41]. Эти условия характерны только для нижнего течения таких рек НП, как Мана и Базаиха, где зеленые водоросли развиваются наиболее обильно.

Эвгленовые водоросли в таксономическом спектре фитопланктона существенно уступают ведущим отделам и занимают 3-е место на уровне классов и только 7-е место на уровне порядков, семейств и родов. Особенности экологии эвгленовых водорослей, их требовательность к таким условиям среды, как повышенное содержание органических и биогенных веществ, слабая проточность вод, обуславливают крайне низкий уровень их вегетации в водных объектах НП, они найдены только в старицах и устьях рек Мана и Базаиха. Как известно, эвглениды обычно получают развитие в водотоках с характерными условиями: небольшие, типично равнинные реки с низкой скоростью течения, протекающие по заболоченным низменностям [41, 42]. В крупных реках они характеризуются низким обилием и уступают место диатомовым, зеленым и цианопрокариотам, а в северных водотоках – нередко и золотистым [43].

Видовое богатство цианопрокариот в исследованных водных объектах НП невелико. Повсеместно распространены мелкоклеточные виды рода *Aphanocapsa* Näg. (*A. holsatica* (Lemm.) Cronb. et Komarek и *A. incerta* (Lemm.) Cronb. et Komarek), но большинство найденных цианопрокариот (*Chroococcus minimus* (Keiss.) Lemm., *Cyanothece aeruginosa* (Näg.) Komarek, *Merismopedia tranquilla* (Ehr.) Trevisan, *Spirulina major* Kütz. ex Gomont, *Synechocystis aquatilis* Sauv.) встречаются единично [44]. Незначительная роль цианопрокариот характерна для таксономической структуры

фитопланктона горных рек Восточной Сибири [40], Алтае-Саянской горной области [28], верхнего течения Енисея [45], Салаирского кряжа [33] и Кузнецкого Алатау [32].

Золотистые водоросли в планктоне большинства рек и ручьев НП играют незначительную роль в формировании видового богатства (2,37% от общего числа ВВТ). В таксономическом спектре они заметны только на уровне классов (6–7-е место) и на уровне порядков, где делят последние места с диатомеями пор. *Stephanodiscales*. Наибольшего обилия достигают хризифиты рода *Kephyrion* (*K. francevii* Gusev, *K. ovum* Pasch., *K. rubriclaustri* Congr.), в некоторых ручьях они входят в число второстепенных доминантов, изредка встречается *Dinobryon sociale* Ehr. Золотистые водоросли являются преимущественно пресноводными, планктонными холодолюбивыми организмами, предпочитающими небольшие водоемы с температурой 12–17°C, близкой к нейтральной pH, низким и средним содержанием гуминовых веществ [46]. По мнению ряда исследователей, они играют значительную роль во флоре северных водоемов [47, 48].

Харовые водоросли в водных объектах НП представлены 2 видами из класса *Conjugatophyceae* (*Cosmarium undulatum* Corda ex Ralfs, *Closterium leibleinii* Kütz. ex Ralfs) и одним видом из класса *Zygnematophyceae* (*Spirogyra insignis* (Hass.) Kütz.). В таксономический спектр входят только представители конъюгат, занимающие на уровне классов предпоследнее место. Найдены харовые водоросли только в реках НП, в Мане – конъюгаты, в Базаихе – спирогира. Обилие этих видов незначительное, в число доминантов они не входят. Харовые водоросли заселяют преимущественно пресные водоемы разного типа, обычно это обитатели равнин, но нередко обильно населяют водоемы предгорий и гор. Все харовые водоросли предпочитают чистую спокойную воду, для многих из них необходимо повышенное содержание в воде извести, пределы pH воды для этих водорослей широкие (5,2–9,8) [49, 50].

Динофитовые водоросли – группа преимущественно одноклеточных планктонных форм водорослей, играющих важную роль в пресноводных экосистемах, но в речном планктоне динофиции обычно не достигают значительного видового богатства и развития. В планктоне рек и ручьев НП динофиции представлены одним видом *Peridinium cinctum* (O.F. M.) Ehr., найденным в реке Мане и относящимся к числу наиболее распространенных видов в водных объектах Западной и Восточной Сибири [40, 47, 48, 51].

Таким образом, видовой состав и таксономическая структура фитопланктона рек и ручьев НП имеют черты, типичные для горных водотоков.

Выделение и анализ комплекса доминирующих видов занимает ведущее место по значимости в исследованиях фитопланктона. Установлено, что структуру фитопланктоценозов, продуктивность и качество вод определяют именно те виды, которые входят в доминирующий комплекс водорослей фитопланктона [52, 53].

Доминирующий комплекс водорослей летнего фитопланктона рек и ручьев НП в 2021–2023 гг. весьма разнообразен, его формируют 22 ВВТ из

4 отделов, в том числе: Cyanoprokaryota – 3, Bacillariophyta – 6, Chlorophyta – 11, Chrysophyta – 2. К доминантам относится 8,70% от общего числа ВВТ, найденных в водных объектах НП, в их составе преобладают виды из отдела Chlorophyta, доля которых составляет 50% от общего числа доминантов. Сложная структура и значительное число ВВТ, входящих в доминирующий комплекс, характеризуют его как полидоминантный (табл. 3).

Состав и структура доминирующих комплексов водорослей из планктона по годам исследований существенно различаются. Весьма специфичен был состав доминирующего комплекса в 2021 г., для него характерны бедность видового состава (5 ВВТ) и отсутствие диатомовых водорослей. В планктоне большинства рек и ручьев летом этого года доминировали мелкоклеточные безгетероцистные цианопрокариоты рода *Aphanocapsa*, формирующие I и II категории (наиболее часто и часто встречающиеся) доминантов, а в ручьях в состав доминантов из III категории нечасто встречающихся видов входили зеленые и золотистые водоросли. Необходимо отметить, что доминирование в планктоне безгетероцистных цианопрокариот обычно прослеживается в условиях азотного лимитирования [54], а их массовое развитие свидетельствует об увеличении трофического статуса вод [55, 56].

В 2022 г. доминирующий комплекс водорослей существенно изменился, его состав расширился до 11 ВВТ, в том числе в него вошли 4 вида диатомей. Встречаемость цианопрокариот рода *Aphanocapsa* существенно снизилась, они вошли только во II и III категории доминантов и интенсивно развивались в реках Мане, Базаихе и в ручье Намурт. Заметно возросло в 2022 г. число доминантов из III категории, в их состав вошли мелкоклеточные хлорококковые водоросли рода *Monoraphidium* Kom.-Legn.

В 2023 г. в формировании состава доминантов продолжалась тенденция, наметившаяся в 2022 г. Снизилась роль цианопрокариот рода *Aphanocapsa*, перешедших в III категорию доминантов, и возросло значение случайно-планктонных видов диатомей, перешедших в I и II категории доминантов в реках Мана, Калтат и большинстве ручьев. По-прежнему разнообразен видовой состав доминантов из III категории, сюда вошли диатомовые, зеленые, золотистые водоросли и цианопрокариоты.

Межгодовые отличия в доминирующих комплексах водорослей из планктона – часто встречающееся явление, характерное для многих водных объектов, точную причину этих изменений установить весьма трудно, поскольку сукцессия видов в фитопланктоне зависит от множества абиотических и биотических факторов [57]. Следует отметить, что гидрологические и температурные условия в годы наших исследований в НП существенно не различались.

Высокая встречаемость ( $pF = 70-100$ ) в доминирующем комплексе водорослей фитопланктона отмечалась только для диатомей *C. placentula* и *C. euglypta*. Максимальные показатели порядка и частоты доминирования характерны для цианопрокариоты *A. holsatica* ( $DF = 68,72$ ,  $Dt = 100$ ), второе и третье места по значимости этих показателей занимают *C. euglypta* ( $DF = 59,09$ ,  $Dt = 68,42$ ) и *M. circulare* ( $DF = 31,82$ ,  $Dt = 77,80$ ).

Таблица 3 [Table 3]

**Доминирующий комплекс фитопланктона рек и ручьев  
НП «Красноярские Столбы», 2021–2023 гг.  
[The dominant phytoplankton complex of rivers and streams  
of the NP Krasnoyarsk Pillars, 2021-2023]**

Категория доминирования [Dominance category]	Доминант [Dominant]	Водный объект [Water body]	
		Реки [Rivers]	Ручьи [Streams]
2021 г.			
I	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	М <sub>5</sub> , БС, К	Р <sub>1, 2, 5, 6, 12, 14, 15</sub>
II	<i>Aphanocapsa incerta</i>	К	Р <sub>3, 5, 6</sub>
	<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>hantzschii</i>	–	Р <sub>4</sub>
	<i>Hydrocytium acuminatum</i>	–	Р <sub>13</sub>
	<i>Kephyrion ovum</i>	–	Р <sub>4, 13</sub>
2022 г.			
I	–	–	–
II	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	М <sub>1-4</sub> , Б <sub>2</sub>	–
	<i>Cocconeis placentula</i>	Б <sub>2</sub> , БС	Р <sub>1, 4-6, 8</sub>
III	<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i>	Б <sub>1</sub>	–
	<i>Aphanocapsa incerta</i>	М <sub>1</sub>	Р <sub>11</sub>
	<i>Cyanothece aeruginosa</i>	–	Р <sub>1</sub>
	<i>Melosira undulata</i>	К	–
	<i>Melosira varians</i>	К	–
	<i>Meridion circulare</i>	–	Р <sub>6, 11</sub>
	<i>Monoraphidium griffithii</i>	Б <sub>1</sub>	–
	<i>Monoraphidium minutum</i>	–	Р <sub>7</sub>
	<i>Oocystis lacustris</i>	Б <sub>1, 2</sub>	–
2023 г.			
I	<i>Cocconeis euglypta</i>	М <sub>1-4</sub> , К	Р <sub>1-5, 8, 9, 11</sub>
II	<i>Meridion circulare</i>	–	Р <sub>3-7, 11, 18</sub>
III	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	Б <sub>2</sub> , БС	Р <sub>17</sub>
	<i>Aphanocapsa incerta</i>	Б <sub>1, 2</sub>	Р <sub>17</sub>
	<i>Coenococcus planctonicus</i>	–	Р <sub>9</sub>
	<i>Kephyrion rubri-claustri</i>	–	Р <sub>10</sub>
	<i>Melosira varians</i>	–	Р <sub>2</sub>
	<i>Monoraphidium minutum</i>	–	Р <sub>5, 10</sub>
	<i>Monoraphidium contortum</i>	–	Р <sub>16, 18</sub>
	<i>Oocystis marssonii</i>	–	Р <sub>1</sub>
	<i>Planothidium lanceolatum</i>	–	Р <sub>4</sub>
	<i>Scenedesmus ellipticus</i>	М <sub>1, 2</sub>	–
<i>Scenedesmus obtusus</i> f. <i>disciformis</i>	М <sub>1</sub>	–	

Примечание. Обозначения пунктов отбора проб те же, что на рисунке.  
[Note. The designations of the sampling points are the same as in Figure].

Таблица 4 [Table 4]

Доминирующие виды фитопланктона рек и ручьев НП «Красноярские Столбы» по шкале Любарского, 2021–2023 гг.  
[The dominant phytoplankton species of rivers and streams NP Krasnoyarsk Pillars according to the Lyubarsky scale, 2021-2023]

Группа доминантов [The dominant group]	2021	2022	2023
Абсолютный доминант [The absolute dominant]	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	—	—
Доминант [Dominant]	—	<i>Cocconeis placentula</i>	<i>Cocconeis euglypta</i>
Субдоминант [Subdominant]	<i>Aphanocapsa incerta</i>	<i>Aphanocapsa holsatica</i>	<i>Meridion circulare</i>
Второстепенный вид [Secondary species]	<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>hantzschii</i> <i>Hydrocytium acuminatum</i> <i>Kephyrion ovum</i>	<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i> <i>Aphanocapsa incerta</i> <i>Cyanothece aeruginosa</i> <i>Melosira varians</i> <i>Melosira undulata</i> <i>Meridion circulare</i> <i>Monoraphidium minutum</i> <i>Monoraphidium griffithii</i> <i>Oocystis lacustris</i>	<i>Aphanocapsa holsatica</i> <i>Aphanocapsa incerta</i> <i>Coenococcus planctonicus</i> <i>Kephyrion rubri-claustri</i> <i>Melosira varians</i> <i>Monoraphidium minutum</i> <i>Monoraphidium contortum</i> <i>Oocystis marssonii</i> <i>Planothidium lanceolatum</i> <i>Scenedesmus ellipticus</i> <i>Scenedesmus obtusus</i> f. <i>disciformis</i>

Анализ доминирующих видов водорослей фитопланктона, проведенный по шкале Е.Л. Любарского, подтвердил закономерности, установленные выше: полидоминантный характер доминирующего комплекса, существенные межгодовые различия в его составе и структуре, доминирование безгетероцистных мелкоклеточных цианопрокариот и случайно-планктонных видов диатомей, значительная доля хлорококковых водорослей, в том числе мелкоклеточных видов, среди второстепенных доминантов (табл. 4).

Установленные особенности доминирующего комплекса водорослей фитопланктона рек и ручьев НП свидетельствуют о наличии негативных процессов, развивающихся в водных экосистемах.

### Заключение

Видовой состав водорослей из планктона рек и ручьев НП «Красноярские Столбы» богат и разнообразен, в нем найдено 253 видовых и внутри-

видовых таксона (ВВТ), включая номенклатурный тип вида, из 7 отделов водорослей: Cyanoprokaryota – 8, Chrysophyta – 6, Dinophyta – 1, Euglenophyta – 12, Bacillariophyta – 188, Chlorophyta – 35, Charophyta – 3. Основу видового богатства фитопланктона формируют диатомовые водоросли (74.3% общего числа ВВТ), в основном из группы случайно-планктонных форм, типичных обитателей бентоса и обрастаний, что обусловлено абиотическими факторами, характерными для горных водотоков НП.

Доминирующий комплекс водорослей летнего фитопланктона имеет сложную структуру и полидоминантный характер, в него входят 22 ВВТ из 4 отделов (Cyanoprokaryota, Bacillariophyta, Chlorophyta, Chrysophyta), среди которых преобладают Chlorophyta (50%). Состав и структура доминирующих комплексов водорослей по годам исследований существенно различаются. Наиболее значимую роль в составе доминантов играют безгетероцистные мелкоклеточные цианопрокариоты из рода *Aphanocapsa* и случайно-планктонные виды диатомей из родов *Cocconeis* и *Meridion*. Массовое развитие цианопрокариот свидетельствует о негативных процессах, наблюдаемых в экосистемах водных объектов НП, что, несомненно, связано с повышенным антропогенным воздействием на его территорию из-за высокой рекреационной нагрузки.

Сложившаяся ситуация требует дальнейшего биомониторинга водных объектов НП и оценки уровня рекреационной нагрузки на его территорию.

#### Список источников

1. Наблюдение процессов и явлений в природном комплексе заповедника «Столбы» и их изучение по программе «Летопись природы». Книга 77 (2019 г.). Красноярск, 2020. 244 с.
2. Валокитин И.М., Ананьева Т.А. Особенности рельефа и ландшафтной структуры государственного заповедника «Столбы» // Вестник Красноярского государственного аграрного университета. 2017. № 11. С. 171–177.
3. Ангелова С.В. Влияние туризма на национальный парк «Красноярские Столбы» // Экология, окружающая среда и здоровье человека: XXI век: материалы региональной научной конференции школьников, студентов и молодых ученых. Красноярск : Красноярский государственный аграрный университет, 2024. С. 213–215.
4. Официальный сайт национального парка «Красноярские Столбы». URL: <https://kras-stolby.ru> (дата обращения: 30.03.2024)
5. Конвенция о биологическом разнообразии. ЮНЕП: Центр программной деятельности по праву окружающей среды и природоохранным механизмам. 59 с.
6. Михеева Т.М., Свирид А.А., Хурсевич Г.К., Лукьянова Е.В. Водоросли планктона водоемов и водотоков Национального парка «Припятский» / под ред. Т.М. Михеевой. Минск : Право и экономика, 2016. 325 с.
7. Абакумов В.А. Контроль качества вод по гидробиологическим показателям в системе гидрометеорологической службы СССР // Научные основы контроля качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям: труды сов.-англ. семинара. Л. : Гидрометеиздат, 1977. С. 93–100.
8. Skvortzow B.W. Diatoms from Yenisei River and its tributaries, middle part of Siberia, western Asia // Philippine Journal of Science. 1971. Vol. 98 (1). PP. 57–113.
9. Ануфриева Т.Н., Шулепина С.П., Коваленко Н.Е. Гидробиологический мониторинг рек Базаихи, Маны, Качи (бассейн Енисея) // Проблемы и перспективы использования водных биоресурсов Сибири в XXI веке: матер. Всерос. конф. с междунар.

- участием, посвящ. 100-летию Енисейской ихтиологической лаборатории. Красноярск, 2009. С. 240–243.
10. Эйхвальд К.А., Баженова О.П. Первые сведения о фитопланктоне некоторых водных объектов национального парка «Красноярские Столбы» // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2022. Т. 21, № 1. С. 200–204.
  11. Эйхвальд К.А., Баженова О.П. Трофический статус и качество воды рек и ручьев национального парка «Красноярские Столбы» // Экологические чтения-2022 : сборник научных трудов XIII нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Омск : Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2022. С. 415–421.
  12. Эйхвальд К.А., Баженова О.П. Весенний фитопланктон некоторых водных объектов национального парка «Красноярские Столбы» // Экология и управление природопользованием : сборник научных трудов VI Всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Вып. 6. Томск : Литературное бюро, 2023. С. 109–111.
  13. Эйхвальд К.А., Баженова О.П. Дополнения к фитопланктону водных объектов национального парка «Красноярские Столбы» // Проблемы ботаники Южной Сибири и Монголии. 2023. Т. 22, № 1. С. 427–431.
  14. Эйхвальд К.А., Баженова О.П. Фитопланктон как показатель качества воды реки Мана национального парка «Красноярские Столбы» // Экологические чтения-2023 : сборник научных трудов XIV нац. науч.-практ. конф. с междунар. участием. Омск : Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина, 2023. С. 703–707.
  15. Балонов И.М. Подготовка водорослей к электронной микроскопии // Методика изучения биогеоценозов. М. : Наука, 1975. С. 87.
  16. Guiry M.D., Guiry G.M. algaebase. 2024. World-wide electronic publication, Galway: National University of Ireland. URL: <https://www.algaebase.org/> (Accessed March 2024).
  17. Корнева Л.Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги / под ред. А.И. Копылова. Кострома : Костромской печатный дом, 2015. 284 с.
  18. Гутельмахер Б.Л. Относительное значение отдельных видов водорослей в первичной продукции планктона // Гидробиол. журнал. 1974. Т. 10, № 1. С. 5–10.
  19. Баженова О.П. Исследование фотосинтетической активности водорослей Енисея методом автордиографии // Проблемы экологии Прибайкалья. Иркутск, 1988. Ч. 2. С. 80.
  20. Продукционно-гидробиологические исследования Енисея / под ред. А.Д. Приймаченко, Н.Г. Шевелевой, Т.Н. Покатиловой, И.Л. Пыриной, А.П. Белавской, О.П. Баженовой. Новосибирск : Наука, Сибирская издательская фирма, 1993. 197 с.
  21. Генкал С.И. Внутривидовая изменчивость пресноводных диатомовых водорослей класса Centrophyceae : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 1993. 43 с.
  22. Куликовский М.С. Систематика и распространение диатомовых водорослей (Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) пресных вод России и сопредельных стран : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2016. 48 с.
  23. Трасс Х.Х. Геоботаника: история и современные тенденции развития. Л. : Наука, 1976. 252 с.
  24. Реймерс Н.Ф., Яблоков А.В. Словарь терминов и понятий, связанных с охраной живой природы. М. : Наука, 1982. 144 с.
  25. Кожова О.М. Формирование фитопланктона Братского водохранилища // Формирование природных условий и жизни Братского водохранилища. М. : Наука, 1970. С. 26–160.
  26. Горбулин О.С. Комплексы доминантных форм фитопланктона разнотипных водоемов // Альгология. 2012. Т. 22, № 3. С. 303–315.
  27. Любарский Е.Л. К методике экспресс-квалификации и сравнения описаний фитоценозов // Количественные методы анализа растительности. Уфа : БФАН СССР, 1974. С. 39–42.

28. Возженникова Т.Ф. Водоросли р. Катунь и ее притоков в районе курорта Чемал // Известия СО АН СССР. 1958. № 8. С. 114–125.
29. Музафаров А.М. Флора водорослей горных водоемов Средней Азии. Ташкент : Изд-во АН УЗССР, 1958. 379 с.
30. Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. Кн. 1. Ашхабад : Ылым, 1972. 250 с.
31. Коган Ш.И. Водоросли водоемов Туркменской ССР. Кн. 2. Ашхабад : Ылым, 1973. 210 с.
32. Сафонова Т.А. К флоре водорослей водоемов бассейна верхнего течения р. Кия (Кузнецкий Алатау) // Новые данные о фитогеографии Сибири. Новосибирск : Наука, 1981. С. 4–16.
33. Сафонова Т.А. Флора Салаирского кряжа // Водоросли. Новосибирск : ЦСБС СО РАН, 1993. 61 с.
34. Чекрыжева Т.А. Видовой состав фитопланктона некоторых озер и рек Карелии : Препринт доклада на Ученом совете ИВПС КНЦ РАН. Петрозаводск, 1990. 39 с.
35. Potapova M. Epilithic algal communities in rivers of the Kolyma Mountains, NE Siberia, Russia // Nova Hedwigia. 1996. Vol. 63 (3–4). PP. 309–334.
36. Никулина Т.В. Таксономическая структура и эколого-географическая характеристика альгофлоры бассейна реки Раздольной (Приморье) // Чтения памяти В.Я. Леванидова. Владивосток : Дальнаука, 2005. Вып. 3. С. 221–236.
37. Комулайнен С.Ф., Чекрыжева Т.А., Вислянская И.Г. Альгофлора озер и рек Карелии. Таксономический состав и экология. Петрозаводск : Карельский науч. центр РАН, 2006. 81 с.
38. Митрофанова Е.Ю. Водоросли планктона горных водотоков (на примере водотоков бассейна Телецкого озера, Россия) // Водоросли: проблемы таксономии, экологии и использование в мониторинге: материалы II Всерос. конф. Сыктывкар : Ин-т биологии Коми НЦ УрО РАН, 2009. С. 104–107.
39. Науменко Ю.В. Фитопланктон реки Оби : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 1996. 33 с.
40. Габышев В.А. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2015. 47 с.
41. Габышев В.А., Габышева О.И. Фитопланктон крупных рек Якутии и сопредельных территорий Восточной Сибири. Новосибирск : Изд. АНС «Сибак», 2018. 416 с.
42. Rosowski J.R. Photosynthetic Euglenoids // Freshwater Algae of North America: Ecology and Classification. Elsevier Science, 2003. PP. 383–422.
43. Сафонова Т.А. Эвгленовые водоросли Западной Сибири. Новосибирск : Наука, 1987. 192 с.
44. Эйхвальд К.А., Баженова О.П. Первые сведения о цианопрокариотах водных объектов национального парка «Красноярские Столбы» // Цианопрокариоты/цианобактерии: систематика, экология, распространение, использование в биотехнологии: матер. V Междунар. науч. школы-конференции, посвящ. 150-летию со дня рождения выдающегося альголога А.А. Еленкина. М., 2023. С. 66–68.
45. Левадная Г.Д. Микрофитобентос реки Енисей. Новосибирск : Наука, 1986. 286 с.
46. Волошко Л.Н. Золотистые водоросли водоемов севера России. Роды *Synuroopsis*, *Uroglena* и *Uroglenopsis* (Chromulinaceae) // Астраханский вестник экологического образования. 2017. № 2 (40). С. 109–120.
47. Бондаренко Н.А. Фитопланктон горных озер Восточной Сибири // Известия Самарского научного центра РАН. 2006. Т. 8, № 1. С. 176–190.
48. Щур Л.А. Современное состояние фитопланктона и микрофитобентоса северных водоемов Красноярского края // Известия Самарского научного центра РАН. 2006. Т. 8, № 1. С. 163–175.
49. Паламарь-Мордвинцева Г.М. Charophyta Крымского полуострова (Украина) // Альгология. 1998. Т. 8, № 1. С. 14–22.

50. Свириденко Т.В., Свириденко Б.Ф. Харовые водоросли (Charophyta) Западно-Сибирской равнины. Сургут : Печатный мир, 2017. 216 с.
51. Фитопланктон Омского Прииртышья / под ред. О.П. Баженовой, Н.Н. Барсуковой, И.Ю. Игошкиной, О.А. Коноваловой, Л.В. Коржовой, О.О. Кренц. Омск : Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2019. 320 с.
52. Баженова О.П. Фитопланктон Верхнего и Среднего Иртыша в условиях зарегулированного стока. Омск : Изд-во ОмГАУ, 2005. 248 с.
53. Корнева Л.Г. Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. СПб., 2009. 47 с.
54. Zevenboom W., Mur L.R. N<sub>2</sub>-fixing cyanobacteria: Why they do not become dominant in Dutch hypertrophic lakes // Hypertrophic ecosystems. Junk, den Haag / Ed. by Zn.J. Barica, L.R. Mur. 1980. PP. 123–130. doi: 10.1007/978-94-009-9203-0\_14
55. Korneva L.G., Glushchenko G.Y. Composition and seasonal succession of phytoplankton of Taganrog bay in the sea of Azov and the downstream reaches of the don river under a changing climate // Inland Water Biology. 2020. Vol. 13 (1). PP. 23–30. doi: 10.1134/S1995082920010071
56. Bazhenova O.P., Mikhailov V.V. Phytoplankton as an indicator of the modern ecological state of the Novosibirsk Reservoir // Inland water biology. 2021. Vol. 14 (6). PP. 670–678. doi: 10.1134/S1995082921050023
57. Михеева Т.М. Сукцессия видов в фитопланктоне: определяющие факторы. Минск : Изд-во БГУ им. В.И. Ленина, 1983. 72 с.

#### References

1. Nablyudenie protsessov i yavleniy v prirodnom komplekse zapovednika “Stolby” i ikh izuchenie po programme “Letopis' prirody” [Observation of processes and phenomena in the natural complex of the Stolby Nature Reserve and their study under the program “Chronicle of Nature”]. Book 77 (2019). Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Publ.; 2020. 244 p. In Russian
2. Valokitin IM, Anan'eva TA. Osobennosti rel'efa i landshaftnoy struktury gosudarstvennogo zapovednika “Stolby” [Features of the relief and landscape structure of the State Nature Reserve “Stolby”]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017;11:171-177. In Russian
3. Angelova SV. Vliyaniye turizma na natsional'nyy park “Krasnoyarskie Stolby” [The impact of tourism on the National Park Krasnoyarsk Pillars]. In: *Ekologiya, okruzhayushchaya sreda i zdorov'ye cheloveka: XXI vek. Materialy region. nauch. konf. shkol'nikov, studentov i molodykh uchenykh* [Ecology, environment and human health: XXI century. Proc. of the regional scientific conference of schoolchildren, students and young scientists]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk State Agrarian University Publ.; 2024. pp. 213-215. In Russian
4. Ofitsial'nyy sayt natsional'nogo parka Krasnoyarskie stolby [The official website of the National Park Krasnoyarsk Pillars]. Available at: <https://kras-stolby.ru> (accessed 30.03.2024). In Russian
5. Konventsiya o biologicheskom raznoobrazii [Convention on Biological Diversity]. UNEP: Centre for Policy Activities on Environmental Law and Environmental Mechanisms. 59 p. In Russian
6. Algae of plankton of water bodies and watercourses of the National Park “Pripyatsky”. Mikheyeva TM, Svirid AA, Khursevich GK, Lukyanova EV, Mikheyeva TM, editors. Minsk: Pravo and Economica Publ.; 2016. 325 p.
7. Abakumov VA. Kontrol' kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam v sisteme gidrometeorologicheskoy sluzhby SSSR [Water quality control according to hydrobiological indicators in the system of the Hydrometeorological Service of the USSR]. In: *Nauchnye osnovy kontrolya kachestva poverkhnostnykh vod po gidrobiologicheskim*

- pokazatelyam* [Scientific foundations of surface water quality control according to hydrobiological indicators: tr. council.]. Leningrad: Hydrometeoizdat Publ.; 1977. pp. 93-100. In Russian
8. Skvortzow BW. Diatoms from Yenisei River and its tributaries, middle part of Siberia, western Asia. *Philippine Journal of Science*. 1971;98(1);57-113.
  9. Anufrieva TN, Shulepina SP, Kovalenko NE. Hidrobiologicheskii monitoring rek Bazaihi, Many, Kachi (basseyn Eniseya) [Hydrobiological monitoring of the Bazaihi, Mana, Kachi rivers (Yenisei basin)]. In: *Problemy i perspektivy ispol'zovaniya vodnykh bioresursov Sibiri v XXI veke*. Mater. Vserossiys. konf. s mezhdunarod. uchastiem, posv. 100-letiyu Eniseyskoy ikhtiologicheskoy laboratorii [Problems and prospects of using aquatic biological resources of Siberia in the XXI century. Proc. of All-Russian Conf. with the international community, participation, dedicated to the 100th anniversary of the Yenisei Ichthyological Laboratory]. Krasnoyarsk: Krasnoyarsk Publ.; 2009. pp. 240-243. In Russian
  10. Eichvald KA, Bazhenova OP. The first information about the phytoplankton of some water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park. *Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia*. 2022;21(1):200-204. doi: 10.14258/pbssm.2022042. In Russian
  11. Eichvald KA, Bazhenova OP. Troficheskiy status i kachestvo vody rek i ruch'ev natsional'nogo parka "Krasnoyarskie stolby" [Trophic status and water quality of rivers and streams of the Krasnoyarsk Pillars National Park]. In: *Ekologicheskie chteniya-2022*. Sbornik nauchnykh trudov XIII Nats. nauch.-prakt. konf. s mezhd. uchastiem [Ecological readings-2022. Collection of scientific papers of the XIII Nat. scientific and practical conf. from the international participation (Omsk, Russia June 9, 2022)]. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ.; 2022. pp. 415-421. In Russian
  12. Eichvald KA, Bazhenova OP. Vesenniy fitoplankton nekotorykh vodnykh ob"ektov natsional'nogo parka "Krasnoyarskie stolby" [Spring phytoplankton of some water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park]. In: *Ekologiya i upravlenie prirodopol'zovaniem*. Sbornik nauchnykh trudov VI Vseros. nauch.-prakt. konf. s mezhd. uchastiem. Vypusk 6 [Ecology and Environmental management. Collection of scientific papers of the VI All-Russian Scientific and Practical Conference with International participation (Tomsk, Russia, November 25, 2022)]. Issue 6. Tomsk: Literary Bureau Publ.; 2023. pp. 109-111. In Russian
  13. Eichvald KA, Bazhenova OP. Additions to the phytoplankton of the water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park. *Problems of botany in Southern Siberia and Mongolia*. 2023;22(1):427-431. doi: 10.14258/pbssm.2023082. In Russian
  14. Eichvald KA, Bazhenova OP. Fitoplankton kak pokazatel' kachestva vody reki Mana natsional'nogo parka "Krasnoyarskie stolby" [Phytoplankton as an indicator of the water quality of the Mana River in the Krasnoyarsk Pillars National Park]. In: *Ekologicheskie chteniya-2023*. Sbornik nauchnykh trudov XIV Nats. nauch.-prakt. konf. s mezhd. uchastiem [Ecological readings-2023. Collection of scientific papers of the XIV Nat. scientific and practical conf. from the international participation (Omsk, Russia, June 5, 2023)]. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ.; 2023. pp. 703-707. In Russian
  15. Balonov IM. Podgotovka vodorosley k elektronnoy mikroskopii [Preparation of algae for electron microscopy]. In: *Methods of studying biogeocenoses*. Moscow: Nauka; 1975. P. 87. In Russian
  16. Guiry MD, Guiry GM. AlgaeBase. 2024. World-wide electronic publication. Galway: National University of Ireland. URL: <https://www.algaebase.org/> (accessed 05.03.2024).
  17. Korneva LG. Fitoplankton vodokhranilish basseyna Volgi [Phytoplankton of Volga River basin reservoirs]. Kopylov AI, editor. Kostroma: Kostromskoy Pechatnyy Dom Publ.; 2015. 284 p. In Russian
  18. Gutelmakher BL. Otnositel'noe znachenie otdel'nykh vidov vodorosley v pervichnoy produktsii planktona [The relative importance of individual algae species in primary plankton production]. *Hydrobiological Journal*. 1974;10(1):5-10. In Russian

19. Bazhenova OP. Issledovanie fotosinteticheskoy aktivnosti vodorosley Eniseya metodom avtoradiografii [Investigation of photosynthetic activity of Yenisei algae by autoradiography]. In: *Environmental problems of the Baikal region*. Part 2. Irkutsk; 1988. P. 80. In Russian
20. Produktsionno-gidrobiologicheskie issledovaniya Eniseya [Production and hydrobiological studies of the Yenisei]. Priymachenko AD, Sheveleva NG, Pokatilova TN, Pyrina IL, Belavskaya AP, Bazhenova OP, editors. Novosibirsk: Nauka, Siberian Publ. Comp.; 1993. 197 p. In Russian
21. Genkal SI. *Vnutrividovaya izmenchivost' presnovodnykh diatomovykh vodorosley klassa Centrophyceae* [Intraspecific variability of freshwater diatoms of the class Centrophyceae] [DrSci. Dissertation Abstract, Ecology]. Saint Petersburg: Saint Petersburg State University Publ.; 1993. 43 p. In Russian
22. Kulikovskiy MS. *Sistematika i rasprostranenie diatomovykh vodorosley (Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) presnykh vod Rossii i sopredel'nykh stran* [Systematics and distribution of diatoms (Fragilariophyceae, Bacillariophyceae) in fresh waters of Russia and neighboring countries] [DrSci. Dissertation Abstract, Ecology]. Moscow: MV Lomonosov Moscow State University Publ.; 2016. 48 p. In Russian
23. Trass KhKh. Geobotanika: istoriya i sovremennyye tendentsii razvitiya [Geobotany: history and current development trends]. Leningrad: Nauka; 1976. 252 p. In Russian
24. Reymers NF, Yablokov AV. Slovar' terminov i ponyatiy, svyazannykh s okhranoy zhivoy prirody [Dictionary of terms and concepts related to the protection of wildlife]. Moscow: Nauka; 1982. 144 p. In Russian
25. Kozhova OM. Formirovanie fitoplanktona Bratskogo vodokhranilishcha [Formation of phytoplankton of the Bratsk reservoir]. In: *Formation of Natural Conditions and Life of the Bratsk Reservoir*. Moscow: Nauka; 1970. pp. 26-160. In Russian
26. Gorbulin OS. Kompleksy dominantnykh form fitoplanktona raznotipnykh vodoemov [Complexes of dominant forms of phytoplankton of different types of reservoirs]. *Algologiya*. 2012;3:303. In Russian
27. Lyubarskiy EL. K metodike ekspress-kvalifikatsii i sravneniya opisaniy fitotsenozov [On the methodology of express qualification and comparison of descriptions of phytocenoses]. *Quantitative methods of vegetation analysis*. Ufa: BFAN of the USSR Publ.; 1974. pp. 39-42. In Russian
28. Vozzhennikova TF. Vodorosli r. Katun' i ee pritokov v rayone kurorta Chermal [Algae of the Katun river and its tributaries in the Chermal resort area]. *Izvestiya SO AN SSSR*. 1958;8:114-125. In Russian
29. Muzafarov AM. Flora vodorosley gornyykh vodoemov Sredney Azii [Flora of algae of mountain reservoirs of Central Asia]. Tashkent: Academy of Sciences of the Uzbek SSR Publ.; 1958. 379 p. In Russian
30. Kogan ShI. Vodorosli vodoemov Turkmenskoy SSR [Algae of reservoirs of the Turkmen SSR]. Vol. 1. Ashgabat: Ylym Publ.; 1972. 250 p. In Russian
31. Kogan ShI. Vodorosli vodoemov Turkmenskoy SSR [Algae of reservoirs of the Turkmen SSR]. Vol. 2. Ashgabat: Ylym Publ.; 1973. 210 p. In Russian
32. Safonova TA. K flore vodorosley vodoemov basseyna verkhnego techeniya r. Kiya (Kuznetskiy Alatau) [To the algae flora of the reservoirs of the upper reaches of the Kiya River basin (Kuznetsky Alatau)]. In: *New data on the phytogeography of Siberia*. Novosibirsk: Nauka; 1981. pp. 4-16. In Russian
33. Safonova TA. Flora Salairskogo kryazha [Flora of the Salair ridge]. In: *Vodorosli*. Novosibirsk: Central Siberian Botanical Garden SB RAS Publ.; 1993. 61 p. In Russian
34. Chekryzheva TA. Vidovoy sostav fitoplanktona nekotorykh ozer i rek Karelii [The species composition of phytoplankton in some lakes and rivers of Karelia]. Preprint of the report at the Scientific Council of the IVPS of the KSC RAS. Petrozavodsk: Petrozavodsk Publ.; 1990. 39 p. In Russian
35. Potapova M. Epilithic algal communities in rivers of the Kolyma Mountains, NE Siberia, Russia. *Nova Hedwigia*. 1996;63(3-4):309-334.

36. Nikulina TV. Taksonomicheskaya struktura i ekologo-geograficheskaya kharakteristika al'goflory basseyna reki Razdol'noy (Primor'e) [Taxonomic structure and ecological and geographical characteristics of algoflora of the Razdolnaya River basin (Primorye)]. In: *Readings in memory of V.Ya. Levandov.* Vol. 3. Vladivostok: Dal'nauka Publ.; 2003. pp. 221-236. In Russian
37. Komulaynen SF, Chekryzheva TA, Vislyanskaya IG. Al'goflora ozer i rek Karelii. Taksonomicheskii sostav i ekologiya [Algoflora of lakes and rivers of Karelia. Taxonomic composition and ecology]. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2006. 81 p. In Russian
38. Mitrofanova EYu. Vodorusli planktona gornyykh vodotokov (na primere vodotokov basseyna Teletskogo ozera, Rossiya) [Algae of the plankton of mountain watercourses (using the example of the watercourses of the Teletskoye Lake basin, Russia)]. In: *Vodorusli: problemy taksonomii, ekologii i ispol'zovanie v monitoring.* Mater. II Vseross. konf. [Algae: problems of taxonomy, ecology and use in monitoring. Proc. of II All-Russian Conference]. Syktyvkar: Institute of Biology of Komi National Research Center of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2009. pp. 104-107. In Russian
39. Naumenko YuV. *Fitoplankton reki Obi* [Phytoplankton of the Ob River] [DrSci. Dissertation Abstract, Ecology]. Novosibirsk: Central Siberian Botanical Garden SB RAS Publ.; 1996. 33 p. In Russian
40. Gabyshev VA. *Fitoplankton krupnykh rek Yakutii i sopredel'nykh territoriy Vostochnoy Sibiri* [Phytoplankton of large rivers of Yakutia and adjacent territories of Eastern Siberia] [DrSci. Dissertation Abstract, Ecology]. Moscow: MV Lomonosov Moscow State University Publ.; 2015. 47 p. In Russian
41. Gabyshev VA, Gabysheva OI. Phytoplankton of the largest rivers of Yakutia and adjacent territories of Eastern Siberia. Novosibirsk: SibAk Publ.; 2018. 416 p. In Russian
42. Rosowski JR. Photosynthetic Euglenoids. In: *Freshwater algae of North America: ecology and classification.* Elsevier Science; 2003. pp. 383-422.
43. Safonova TA. Evglenovye vodorusli Zapadnoy Sibiri [Euglenic algae of Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka Publ.; 1987. 192 p. In Russian
44. Eichvald KA, Bazhenova OP. Pervye svedeniya o tsianoprokariotakh vodnykh ob'ektov natsional'nogo parka "Krasnoyarskie stolby" [The first information about cyanoprokaryotes of water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park]. In: *Tsianoprokarioty/tsianobakterii: sistematika, ekologiya, rasprostranenie, ispol'zovanie v biotekhnologii.* Mater. V Mezhd. nauch. shkoly-konferentsii, posv. 150-letiyu so dnya rozhdeniya vydayushchegosya al'gologa A.A. Elenkina [Cyanoprokaryotes/cyanobacteria: systematics, ecology, distribution, use in biotechnology. Proc. of the V International Scientific schools-conferences dedicated to the 150th anniversary of the birth of the outstanding algologist A.A. Elenkin (Moscow, Russia, June 13-16, 2023)]. Moscow: Moscow Publ.; 2023. pp. 66-68. In Russian
45. Levadnaya GD. Mikrofitobentos reki Enisey [Microphytobenthos of the River Yenisei]. Novosibirsk: Nauka; 1986. 286 p. In Russian
46. Voloshko LN. Zolotistye vodorusli vodoemov severa Rossii. Rody Synuropsis, Uroglena i Uroglenopsis (Chromulinaceae) [Golden algae of reservoirs in the north of Russia. The genera Synuropsis, Uroglena and Uroglenopsis (Chromulinaceae)]. *Astrakhan Bulletin of Ecological Education.* 2017;2(40):109-120. In Russian
47. Bondarenko NA. Fitoplankton gornyykh ozer Vostochnoy Sibiri [Phytoplankton of mountain lakes in Eastern Siberia]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN.* 2006;8(1):176-190. In Russian
48. Shchur LA. Sovremennoe sostoyanie fitoplanktona i mikrofitobentosa severnykh vodoemov Krasnoyarskogo kraya [The current state of phytoplankton and microphytobenthos in the northern reservoirs of the Krasnoyarsk Territory]. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN.* 2006;8(1):163-175. In Russian

49. Palamar-Mordvintseva GM. Charophyta Krymskogo poluostrova (Ukraina) [Charophyta of the Crimean Peninsula (Ukraine)]. *Algologiya*. 1998;8(1):14-22. In Russian
50. Sviridenko TV, Sviridenko BF. Kharovye vodorosli (Charophyta) Zapadno-Sibirskoy ravniny [Charophyta algae The West Siberian Plain]. Surgut: Print World Publ.; 2017. 216 p. In Russian
51. Fitoplankton Omskogo Priirtysh'ya [Phytoplankton of the Omsk Irtysh region]. Bazhenova OP, Barsukova NN, Igoshkina IYu, Konovalova OA, Korzhova LV, Krents OO, Bazhenova OP, editors. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ.; 2019. 320 p. In Russian
52. Bazhenova OP. Fitoplankton Verkhnego i Srednego Irtysha v usloviyakh zaregulirovannogo stoka: monografiya [Phytoplankton of the Upper and Middle Irtysh under conditions of a regulated flow: A monograph]. Omsk: Omsk State Agrarian University Publ.; 2005. 248 p. In Russian
53. Korneva LG. *Formirovanie fitoplanktona vodoemov basseyna Volgi pod vliyaniem prirodnykh i antropogennykh faktorov* [Formation of phytoplankton of reservoirs of the Volga basin under the influence of natural and anthropogenic factors] [DrSci. Dissertation Abstract, Ecology]. Saint Petersburg: Institute of Lake Science of the Russian Academy of Sciences Publ.; 2009. 47 p. In Russian
54. Zevenboom W, Mur LR. N2-fixing cyanobacteria: Why they do not become dominant in Dutch hypertrophic lakes. In: *Hypertrophic ecosystems, Junk, den Haag*. Barica ZnJ, Mur LR, editors. 1980. pp. 123-130. doi: 10.1007/978-94-009-9203-0\_14
55. Korneva LG, Glushchenko GY. Composition and seasonal succession of phytoplankton of Taganrog Bay in the Sea of Azov and the downstream reaches of the Don River under a changing climate. *Inland Water Biology*. 2020;13(1):23-30. doi: 10.1134/S1995082920010071
56. Bazhenova OP, Mikhailov VV. Phytoplankton as an Indicator of the Modern Ecological State of the Novosibirsk Reservoir. *Inland Water Biology*. 2021;14(6):670-678. doi: 10.1134/S1995082921050023
57. Mikheeva TM. Suktsessiya vidov v fitoplanktone: opredelyayushchie factory [Succession of species in phytoplankton: determining factors]. Minsk: Belarusian State University named after V.I. Lenin Publ.; 1983. 72 p. In Russian

**Информация об авторах:**

**Баженова Ольга Прокопьевна**, д-р биол. наук, профессор кафедры экологии, природопользования и биологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (Омск, Россия).

ORCID 0000-0003-2406-4319.

E-mail: olga52@bk.ru

**Эйхвальд Ксения Александровна**, аспирант кафедры экологии, природопользования и биологии, Омский государственный аграрный университет им. П.А. Столыпина (Омск, Россия).

ORCID: 0009-0003-1246-8698.

E-mail: ka.eykhvald@omgau.org

**Генкал Сергей Иванович**, д-р биол. наук, г.н.с. лаборатории систематики и географии водных растений, Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН (Борок, Россия).

ORCID: 0000-0001-6475-4029.

E-mail: genkal47@mail.ru

**Тропина Елена Федотовна**, в.н.с. научного отдела, национальный парк «Красноярские Столбы» (Красноярск, Россия).

ORCID: 0000-0002-6506-5476.

E-mail: nau-stolby@yandex.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Olga P. Bazhenova**, Professor, Dr. Sci. (Biol.), Department of ecology, nature management and biology, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (Omsk, Russian Federation).

ORCID: 0000-0003-2406-4319.

E-mail: olga52@bk.ru

**Ksenia A. Eichwald**, post-graduate student of the Department of ecology, nature management and biology, Omsk State Agrarian University named after P.A. Stolypin (Omsk, Russian Federation).

ORCID: 0009-0003-1246-8698.

E-mail: ka.eykhvald@omgau.org

**Sergey I. Genkal**, Dr. Sci. (Biol.), chief researcher at the Laboratory of systematics and geography of aquatic plants, I.D. Papanin Institute of Biology of Inland Waters of the Russian Academy of Sciences (Borok, Russian Federation).

ORCID: 0000-0001-6475-4029.

E-mail: genkal47@mail.ru

**Elena F. Tropina**, leading researcher, Department scientific, Krasnoyarsk Pillars National Park (Krasnoyarsk, Russian Federation).

ORCID: 0000-0002-6506-5476.

E-mail: nau-stolby@yandex.ru

**The Authors declare no conflict of interest.**

*Статья поступила в редакцию 03.04.2024;  
одобрена после рецензирования 12.09.2024; принята к публикации 19.05.2025*

*The article was submitted 03.04.2024;  
approved after reviewing 12.09.2024; accepted for publication 19.05.2025*