

## Дополнения к фитопланктону водных объектов национального парка «Красноярские столбы»

### Additions to the phytoplankton of water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park

Эйхвальд К. А.<sup>1,2</sup>, Баженова О. П.<sup>1</sup>

Eichvald K. A.<sup>1,2</sup>, Bazhenova O. P.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Омский государственный аграрный университет им. П. А. Столыпина, г. Омск, Россия. E-mail: ka.eikhvald@omgau.org  
<sup>1</sup> Omsk State Agrarian University named after P. A. Stolypin, Omsk, Russia

<sup>2</sup> Национальный парк «Красноярские Столбы», г. Красноярск, Россия. E-mail: nau-stolby@yandex.ru  
<sup>2</sup> Krasnoyarsk Pillars National Park, Krasnoyarsk, Russia

**Реферат.** В статье представлены новые данные о видовом составе и таксономической структуре фитопланктона некоторых водных объектов национального парка «Красноярские столбы» по исследованиям в период открытой воды 2022 г. Выявлено 95 видовых и внутривидовых таксонов, включая таксономический тип вида, в том числе: Cyanoprokaryota – 7, Dinophyta – 1, Chrysophyta – 5, Euglenophyta – 10, Bacillariophyta – 42, Chlorophyta – 27, Charophyta – 3. Идентифицировано 41 новых для территории таксонов рангом ниже рода, из них Cyanoprokaryota – 4, Dinophyta – 1, Chrysophyta – 2, Euglenophyta – 8, Bacillariophyta – 10, Chlorophyta – 15, Charophyta – 1.

**Ключевые слова.** Видовой состав, водные объекты, национальный парк «Красноярские столбы», таксономическая структура, фитопланктон.

**Summary.** The article presents new data on the species composition and taxonomic structure of phytoplankton of some water bodies of the Krasnoyarsk Pillars National Park according to studies during the open water period of 2022. 95 species and intraspecific taxa were identified, including the taxonomic type of the species, including: Cyanoprokaryota – 7, Dinophyta – 1, Chrysophyta – 5, Euglenophyta – 10, Bacillariophyta – 42, Chlorophyta – 27, Charophyta – 3. 41 new taxa with a rank below the genus have been identified for the territory, including Cyanoprokaryota – 4, Dinophyta – 1, Chrysophyta – 2, Euglenophyta – 8, Bacillariophyta – 10, Chlorophyta – 15, Charophyta – 1.

**Key words.** Krasnoyarsk Pillars National Park, phytoplankton, species composition, taxonomic structure, water bodies.

Основным научным документом любого национального парка, в котором сконцентрированы результаты наблюдений за природными явлениями, является «Летопись природы». Она включает в себя списки организмов, зарегистрированных непосредственно на территории национального парка и в его охранной зоне.

Изучение водорослей как сложной сборной группы водных организмов имеет высокий научный интерес. Создание таксономических списков является главным способом регистрации организмов и понимания биоразнообразия в целом. Часто биоразнообразию оценивают по такому показателю, как видовое богатство, то есть абсолютному или относительному числу видовых и внутривидовых таксонов (ВВТ) в обследованном объекте или регионе. Оценить видовое богатство фитопланктона как важнейшей составляющей альгофлоры, слагаемой представителями различных отделов водорослей, крайне сложно, этот процесс требует длительных систематических исследований, а по отношению к какому-либо региону – изучения большого числа водных объектов (Баженова, 2019).

Первые данные о фитопланктоне некоторых водных объектов национального парка «Красноярские столбы» (далее НП) были получены летом 2021 года. В составе фитопланктона было зарегистрировано 69 ВВТ из 6 отделов (Эйхвальд, Баженова, 2022). Проведенные исследования послужили основой для дальнейшего биомониторинга водных объектов НП.

Цель настоящей работы – выявление видового состава и таксономической структуры фитопланктона водных объектов НП «Красноярские столбы» в 2022 г.

Характеристика национального парка и его гидрографической сети была приведена в ранее опубликованной статье (Эйхвальд, Баженова, 2022).

Материалом для сообщения послужили результаты обработки 48 проб фитопланктона из различных водных объектов НП, отобранных в период открытой воды 2022 г., в том числе весной – 16 (период отбора 19–24 мая), летом 20 (9–15 августа), осенью – 12 (28 октября–2 ноября).

Отбор проб проводили на следующих водных объектах: реки Мана, Базаиха, Большая Слизнева и Калгат, ручьи Большой, Средний и Малый Индей, Берлы, Кривоухвальный, Маслянка, Веселый, Большой Инжул, Сынжул и Лалетина. Количественные (объемом 0,5 л) и качественные (объемом 1,5 л) пробы фитопланктона отбирали зачерпыванием из поверхностного (0–0,2 м) слоя воды. Пробы фиксировали 40%-м формалином с добавлением раствора Люголя, концентрировали осадочным способом, обрабатывали общепринятыми методами на световом микроскопе Euler Professor 770T (Федоров, 1979).

Идентификацию видов проводили с помощью отечественных и зарубежных определителей, монографий и сводок систематического характера. Таксономический список водорослей составлен с учетом современных систематических преобразований. Для проверки актуальности названий использовали базу данных интернет-ресурсов Algaebase (Guiry, Guiry, 2023).

В 2022 году в фитопланктоне исследованных рек и ручьев НП идентифицировано 95 ВВТ, включая номенклатурный тип вида, из 7 отделов, в том числе: Cyanoprokaryota – 7, Dinophyta – 1, Chrysophyta – 5, Euglenophyta – 10, Bacillariophyta – 42, Chlorophyta – 27, Charophyta – 3 (табл. 1).

Таблица 1

Таксономическая структура фитопланктона водных объектов НП «Красноярские столбы», 2022 г.

Отдел	Класс	Число				
		порядков	семейств	родов	видов	ВВТ
Cyanoprokaryota	Cyanophyceae	4	6	6	7	7
Dinophyta	Dinophyceae	1	1	1	1	1
Chrysophyta	Chrysophyceae	1	2	3	5	5
Euglenophyta	Euglenophyceae	1	2	4	9	10
Bacillariophyta	Coscinodiscaceae	1	1	1	2	2
	Bacillariophyceae	8	14	20	38	40
Chlorophyta	Chlorophyceae	2	9	13	20	20
	Trebouxiophyceae	1	2	4	6	7
Charophyta	Conjugatophyceae	2	3	3	3	3
Всего		21	40	55	91	95

Основу видового богатства фитопланктона формируют диатомовые и зеленые водоросли, в совокупности составляющие 72,6 % идентифицированных ВВТ. Остальные отделы водорослей играют подчиненную роль в таксономической структуре фитопланктона.

Наибольшим богатством ВВТ на уровне родов выделяются диатомовые (*Nitzschia* Hassall, *Navicula* Bory, *Gomphonema* Ehrenberg), зеленые (*Monoraphidium* Komárková-Legnerová, *Scenedesmus* Meyen, *Oocystis* Nägeli ex A. Braun), эвгленовые (*Trachelomonas* Ehrenberg) водоросли.

Среди наиболее распространенных характеристик, используемых для описания эколого-географических особенностей видов водорослей, применяют географическое распространение видов, их отношение к солености и показателю pH, а также сапробность (Барина и др., 2019).

Эколого-географические характеристики идентифицированных видов водорослей достаточно разнообразны, только географическое распространение найденных видов одинаково – все они являются космополитами (табл. 2).

Таблица 2

Таксономический список и эколого-географическая характеристика новых видов водорослей из водных объектов НП «Красноярские столбы», 2022 г.

Таксон	Экологические характеристики				Местонахождение
	Географическое распространение	Глобность	Отношение к рН	Сапробность	
1	2	3	4	5	6
Отдел Cyanoprokaryota Stanier ex Cavalier-Smith					
<i>Chroococcus minimus</i> (Keissler) Lemmermann	-	Гл	-	-	р. Мана
<i>Cyanothece aeruginosa</i> (Nägeli) Komarek	к	И	Ац	χ-β	руч. Лалетина
<i>Pleurocapsa minor</i> Hansgirg	-	-	-	χ-β	р. Мана, руч. Большой и Средний Индей, Большой Инжул, Веселый
<i>Synechocystis aquatilis</i> Sauvageau	к	И	-	-	руч. Лалетина
Отдел Chrysophyta Cavalier-Smith					
<i>Dinobryon sociale</i> Ehrenberg	к	И	-	о	р. Мана
<i>Kephyrion francevii</i> Guseva	-	И	-	о-β	руч. Сынжул
Отдел Miozoa Cavalier-Smith					
<i>Peridinium cinctum</i> (O. F. Müller) Ehrenberg	к	И	-	β-о	р. Мана
Отдел Euglenophyta Cavalier-Smith					
<i>Euglena viridis</i> (O. F. Müller) Ehrenberg	к	И	Ин	α-ρ	старица р. Базаиха
<i>Lepocinclis cyclidiopsis</i> M. S. Bennett et Triemer	-	-	Ин	α-о	руч. Сынжул
<i>Phacus caudatus</i> Hübner	к	И	Ал	β	старица р. Базаиха
<i>Ph. tenuis</i> Svirenko	-	-	-	-	
<i>Trachelomonas curta</i> A. M. Cunha	-	-	-	-	
<i>T. cylindracea</i> (Playfair) T. G. Popova	к	-	-	β	
<i>T. oblonga</i> Lemmermann var. <i>oblonga</i>	к	И	Ин	β-α	
<i>T. oblonga</i> var. <i>australiana</i> Skvortzov	-	-	-	β-α	
Отдел Bacillariophyta Karsten					
<i>Amphora ovalis</i> (Kützing) Kützing	к	И	Ал	о-β	р. Мана
<i>Cymatopleura apiculata</i> W. Smith	-	-	-	-	р. Мана
<i>Cymbella neogena</i> (Grunow) Krammer	-	-	-	-	р. Мана
<i>Fragilaria vaucheriae</i> (Kützing) J. B. Petersen	к	И	Ал	о-α	р. Мана
<i>Gyrosigma attenuatum</i> (Kützing) Rabenhorst	к	И	Ал	о-α	р. Мана
<i>Melosira undulata</i> (Ehrenberg) Kützing	к	И	Ин	β	р. Калтат
<i>Nitzschia tubicola</i> Grunow	к	Гл	Ин	-	р. Мана
<i>Pinnularia sinistra</i> Krammer	-	-	-	о-χ	р. Мана
<i>Synedra rumpens</i> Kützing	к	И	Ин	о-β	р. Мана
<i>Ulnaria capitata</i> (Ehrenberg) Compère	-	И	Ал	о-β	р. Мана
Отдел Chlorophyta Reichenbach					
<i>Actinastrum hantzschii</i> var. <i>subtile</i> Woloszynska	к	И	-	β	р. Базаиха
<i>Characium acuminatum</i> A. Braun	к	И	-	-	руч. Большой Инжул

Продолжение таблицы 2

1	2	3	4	5	6
<i>Ch. ornithocephalum</i> A. Braun	к		-	-	р. Базаиха
<i>Coenochloris fottii</i> (Hindák) P. M. Tsarenko	к	И	Ин	о-β	руч. Берлы
<i>Dictyosphaerium tetrachotomum</i> Printz	к	И	-	β-α	руч. Берлы
<i>Lagerheimia chodatii</i> C. Bernard	к	И	Ин	-	р. Базаиха
<i>Mychonastes jurisii</i> (Hindák) Krienitz, C. Bock, Dadheech et Proschold	-	-	-	о-α	руч. Большой Инжул
<i>Oocystis crassa</i> var. <i>marssonii</i> (Lemmermann) Printz	к	-	-	β	руч. Маслянка
<i>O. lacustris</i> Chodat	-	Гл	-	β-о	р. Базаиха, руч. Средний Индей
<i>O. submarina</i> Lagerheim	к	И	-	-	р. Мана руч. Лалетина
<i>Raphidocelis subcapitata</i> (Korschikov) Nygaard, Komárek, J. Kristiansen et O. M. Skulberg	-	-	-	-	старица р. Базаиха
<i>Scenedesmus falcatus</i> Chodat	-	-	-	-	р. Мана
<i>S. ellipticus</i> Corda	-	-	-	β-о	р. Мана
<i>Schroederia robusta</i> Korschikov	к	И	Ин	β	р. Мана
<i>Tetraëdron minimum</i> (A. Braun) Hansgirg	к	И	-	β	р. Мана, руч. Маслянка
<i>Treubaria setigera</i> (W. Archer) G. M. Smith	к	Ог	Ин	β-о	р. Мана
Отдел Charophyta Migula					
<i>Spirogyra insignis</i> (Hassall) Kützing	-	-	-	χ-β	старица р. Базаиха

Примеч.: Ог – олигогалоб, И – индифферент, Гл – галофил; Ал – алкалифил + алкалибионт, Ац – ацидофил + ацидобионт; Ин – индифферент; к – космополитный, х – ксеносапроб, о – олигосапроб, β – бета-мезосапроб, α – альфа-мезосапроб, ρ – полисапроб.

В 2022 г. из отдела Bacillariophyta было идентифицировано 10 новых для НП видов, которые не встречались ранее. Из них к пеннатым диатомеям (Bacillariophyceae) относятся 9 ВВТ и только один – к центрическим (Coscinodiscaceae) – *Melosira undulata* (авторы таксонов приведены в табл. 2). Среди них по отношению к галобности преобладают индифференты (85,7 % из числа ВВТ с известной галобностью) и только один относится к галофилам – *Gyrosigma attenuatum*. По отношению к рН характеристики видов более разнообразны, среди них встречаются индифференты и алкалифилы. Половину индикаторов сапробности среди диатомей составляют виды с широким пределом толерантности к загрязнению органическими веществами (о-α-, о-β-мезосапробы), которые могут обитать как в чистых, так и в загрязненных/грязных зонах. Эта группа видов обеспечивает высокую самоочищающую способность водных объектов НП. И только один вид диатомей относится к индикаторам чистых вод – *Pinnularia sinistra*.

Из отдела Chlorophyta было найдено 16 новых для НП ВВТ, среди них наибольшим разнообразием отличается класс Chlorophyceae. По отношению к галобности среди найденных зеленых водорослей основную долю занимают индифференты (80,1 %), по одному виду относится к галофилам и олигогалобам. По отношению к рН все найденные виды относились к индифферентам. Индикаторы сапробности представлены различными группами, но обитатели чистых вод среди них отсутствуют, большинство видов-индикаторов имеют широкий предел толерантности к загрязнению органическими веществами или являются обитателями загрязненных вод.

Цианопрокариоты в водных объектах НП имеют низкое видовое богатство, из них было идентифицировано 4 новых для НП вида. Характерной особенностью осеннего фитопланктона является повышенная вегетация цианопрокариоты *Pleurocapsa minor*, являющейся типичным обитателем горных ручьев и рек (Komárek, 1998). Среди новых для НП видов цианопрокариот два индикатора имеют широкий предел толерантности к загрязнению органическими веществами (χ-β-мезосапробы).

Характерной чертой таксономической структуры флоры эвгленовых водорослей (Euglenophyta) является доминирующее положение семейства Euglenaceae и родов *Trachelomonas* Ehrenberg и *Phacus* Dujard. Наибольшее видовое богатство эвгленовых водорослей отмечено в старице р. Базаиха. По отношению к галобности найденные эвглениды относятся к индифферентам, по отношению к сапробности воды среди них преобладают индикаторы загрязненных вод ( $\beta$ -,  $\alpha$ -,  $\rho$ -,  $\beta$ - $\alpha$ -мезосапробы).

Таким образом, в фитопланктоне исследованных в 2022 г. объектов НП был идентифицирован 41 новый для НП таксон, в том числе Cyanoprokaryota – 4, Dinophyta – 1, Chrysophyta – 2, Euglenophyta – 8, Bacillariophyta – 10, Chlorophyta – 15, Charophyta – 1. По географическому распространению все идентифицированные виды относились к космополитам, по отношению к минерализации воды преобладают индифференты (53,6 %), виды-индикаторы ацидофильности представлены разнообразными группами, но среди них также преобладают индифференты (62,5 %). Наибольшую долю (54,2 %) индикаторов сапробности составляют виды-индикаторы с широким пределом толерантности к загрязнению органическими веществами, которые могут обитать как в чистых, так и в загрязненных/грязных зонах. Эта группа видов обеспечивает высокую самоочищающую способность водных объектов НП. Обитателей чистых вод в исследованных реках и ручьях найдено немного (5,7 %). Структура экологических групп фитопланктона отражает гидрохимические и географические особенности водных объектов НП. Особое внимание, по нашему мнению, следует уделить составу видов-индикаторов сапробности, который указывает на повышенный уровень загрязнения рек и ручьев НП легко окисляемыми органическими веществами.

Исследования проводились в рамках выполнения 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 госрегистрации 1-22-106-1.

**Благодарности.** Выражаем глубокую благодарность А. А. Кнорре, замдиректора по научной работе НП и Е. Ф. Тропиной, ведущему научному сотруднику НП за помощь в отборе проб и предоставленные данные о национальном парке.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Баженова О. П.** Фитопланктон Омского Прииртышья. – Омск: Изд-во ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2019. – 320 с.
- Барина С. С., Белоус Е. П., Царенко П. М.** Альгоиндикация водных объектов Украины: методы и перспективы. – Хайфа, Киев: Изд-во Университета Хайфы, 2019. – 367 с.
- Федоров В. Д.** О методах изучения фитопланктона и его активности. – М.: МГУ, 1979. – 168 с.
- 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. DOI: 10.14258/pbssm.2022042
- Эйхвальд К. А., Баженова О. П.** Трофический статус и качество воды рек и ручьев национального парка «Красноярские столбы» // Экологические чтения – 2022: матер. XIII Национ. науч.-практ. конф. (с междунар. участием) (г. Омск, 9 июня 2022 г.). – Омск: ФГБОУ ВО Омский ГАУ, 2022. – С. 415–421.
- Guiry M. D., Guiry G. M.** AlgaeBase. 2023. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL: <https://www.algaebase.org/> (Accessed 20 March 2023).
- Kotárek J.** Cyanoprokaryota. 1 Teil: Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1. – Berlin: Spektrum Akademischer Verlag, 1998. – 523 s.