

ЗООЛОГИЯ

УДК 581.82

П. Г. Беляева

Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН, Пермь, Россия

СТРУКТУРА ФИТОПЛАНКТОНА ВОТКИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В 2010–2016 ГГ.

Представлены результаты исследования структуры фитопланктона Воткинского водохранилища в разные по водности и температурному режиму годы. Рассмотрена динамика таксономического состава, численности и биомассы фитопланктона во временном аспекте, показано распределение альгофлоры по продольной оси водохранилища. Выявлены доминирующие в разные годы виды водорослей. Показано, что в теплые маловодные годы количество фитопланктона больше.

Ключевые слова: фитопланктон; водоросли; видовое богатство; численность; биомасса; динамика; доминирующие виды; водохранилище.

P. G. Belyaeva

Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms of the Ural Branch RAS, Perm, Russian Federation

PHYTOPLANKTON STRUCTURE OF THE VOTKINSK RESERVOIR IN 2010–2016

The results of Votkinsk reservoir's phytoplankton structure research in the years were differed in water and temperature regimes are presented in the research work. Dynamics (in time aspect) of phytoplankton's taxonomic composition, number and biomass are examined. Besides, a longitudinal allocation of reservoir's algal flora is shown. Species which dominate in different years are defined. High quantitative growth of phytoplankton in mild-climate and low-water years is highlighted.

Key words: phytoplankton; algae; specific riches; number; biomass; dynamics; dominant species; reservoir.

Введение

Воткинское водохранилище образовано в 1962 г. на р. Каме, оно относится к водохранилищам проточного типа и характеризуется высоким коэффициентом водообмена. Подпор от плотины распространился вверх по течению р. Камы более чем на 300 км. Водоохранилище представляет собой узкий водоем со значительной извилистостью, особенно в центральной и верхней частях. Площадь водохранилища – 1 120 км². В водохранилище выделяется только один плес – Камский, где по особенностям морфологии и морфометрии выделено 3 района: верхний, центральный и приплотинный [Китаев, Матарзин, 1988].

Фитопланктон в лимнических экосистемах является одним из наиболее важных компонентов, участвуя в создании первичного органического вещества. Его жизнедеятельность определяет функционирование других трофических уровней и способствует самоочищению воды.

Начало исследованиям водорослей планктона р.

Камы и крупнейших водоемов ее бассейна положено ещё в начале XX в. Сведения о фитопланктоне участка незарегулированной Средней Камы, соответствующего акватории Воткинского водохранилища, немногочисленны [Штина, 1941; Таусон, 1947]. Данные о состоянии фитопланктона Воткинского водохранилища в 1975–1978 гг. содержатся в ряде работ [Кузьмин, Охупкин, 1977; Головачева, 1983; Головачева, Батова, 1983]. Более полные сведения о численности и биомассе фитопланктона содержатся в работах С.А. Третьяковой [1989; Третьякова, Головачева, Батова, 1988]. Кроме того, на основе электронной микроскопии определен состав центральных диатомовых водорослей в приплотинной части водохранилища [Генкал, Охупкин, 2010], имеются отрывочные сведения по фитопланктону в начале 2000-х гг. [Беляева, 2007; Тарасова, Буркова, 2009]. Данные, полученные автором в 2008–2010 гг., частично опубликованы [Беляева, 2012].

Цель данной работы – изучить структуру фитопланктона Воткинского водохранилища и ее особенности в годы с разными климатическими условиями.

Материалы и методы

Отбор проб фитопланктона Воткинского водохранилища проводили в его центральном плесе в августе 2010–2016 гг. на 7 гидробиологических створах, на русловых и мелководных станциях. Пробы фитопланктона объемом 1 л отбирали с подповерхностного слоя воды с последующей фильтрацией через мембранные фильтры «Владипор» с диаметром пор 1.2–3 мкм и фиксацией 40%-ным раствором формалина. Численность водорослей подсчитывалась в камере «Нажотта» объемом 0.01 мл, биомассу определяли счетно-объемным методом [Методика изучения..., 1975]. Доминантами считали виды с биомассой или численностью, большей и равной 10% от общей. Водоросли идентифицировали по определителям и справочникам [Определитель пресноводных водорослей СССР, 1951–1986; Komárek, Fott, 1983; Starmach, 1985; Krammer, Lange-Bertalot, 1986–1991; Царенко, 1990; Ветрова, 1993; Komárek, Anagnostidis, 1999]. Статистическая обработка выполнена при помощи стандартных компьютерных программ.

Результаты и их обсуждение

Годы исследований значительно различались по водности и температурному режиму. Количество осадков и объем поверхностного притока были выше средних многолетних в 2015 г. и соответствовали климатической норме в 2013 и 2014 гг. К теплым маловодным отнесены 2010 и 2016 гг. Средняя температура воздуха летом 2014 и 2015 гг. была существенно ниже средней многолетней, в 2010, 2013 и 2016 гг. – выше (табл. 1) [Климатические особенности..., 2010–2016].

За период исследований в составе фитопланктона Воткинского водохранилища выявлено 348 таксонов рангом ниже рода (294 вида) из 8 отделов, 35 порядков, 65 семейств, 136 родов. Основу видового разнообразия формируют диатомовые, зеленые и синезеленые водоросли, присутствующие в течение всего периода исследований, их суммарное видовое разнообразие составляет 80–88% общего видового списка флоры. Видовой состав альгофлоры водохранилища в межгодовом масштабе претерпевает незначительные изменения, однако форма общего распределения сохраняется (табл. 2). Однако в годы с повышенной водностью (в 2013 и 2015 гг.) наблюдалось общее снижение флористического богатства, уменьшалось разнообразие эвгленовых, при этом, были отмечены представители Xanthophyta и увеличение богатства видов зеленых водорослей.

Таблица 1

Характеристика температуры и осадков

Показатель	2010	2013	2014	2015	2016
Температура за лето	18.2 (+2.2)	18.4 (+2.2)	15.5 (–1.3)	15.5 (–1.3)	19.3 (+3.0)
Август	17.9 (+3.0)	17.2 (+2.4)	17.1 (+2.3)	13.0 (–2.0)	21.7 (+6.9)
Количество осадков за лето	64.7 (81.7)	64.3 (91.3)	82.3 (105)	137 (182.3)	49 (71.7)
Август	57 (80)	71 (105)	58 (85)	231(300)	40 (58)

Примечание. В скобках для температуры «+» показывает превышение нормы, «–» снижение нормы, для осадков – приведен процент от нормы.

Таблица 2

Таксономическая структура фитопланктона Воткинского водохранилища в разные годы

Отделы водорослей	2010	2013	2014	2015	2016
Bacillariophyta	80 (33.5)	32 (29.4)	50 (31.6)	49 (37)	55 (38)
Chlorophyta	79 (33.0)	44 (40.4)	55 (34.8)	52 (39)	48 (33)
Cyanophyta	35 (14.6)	15 (13.8)	22 (14.0)	16 (12)	21 (14.5)
Chrysophyta	23 (10)	3 (2.8)	15 (9.0)	6 (4.5)	6 (4.0)
Dinophyta	8 (3.3)	8 (7.3)	5 (3.0)	3 (2.3)	4 (2.8)
Euglenophyta	11(4.6)	4 (3.7)	10 (6.0)	5 (3.8)	10 (7.0)
Cryptophyta	3 (1.0)	2 (1.8)	1 (0.6)	1 (0.8)	1 (0.7)
Xanthophyta	–	1 (0.9)	–	1 (0.8)	–
Всего	239	109	158	133	145

Примечание. В скобках приведен вклад отдела в процентах от списочного состава водорослей.

Наиболее разнообразно представлен отдел зеленых водорослей (Chlorophyta), в котором сосредоточено 33–40% видового богатства. Затем следуют диатомовые водоросли (Bacillariophyta) – второй крупный отдел в фитопланктоне водохра-

нилища, составляющий от 30 до 38% флористического списка. Синезеленые водоросли (Cyanophyta/Cyanoprokaryota) занимают третье место по богатству видов (12–15%), далее следуют золотистые, эвгленовые, динофитовые, криптофитовые и

желтозеленые водоросли.

Диатомовые водоросли в августе представлены центрическими (*Aulacosira granulata* (Ehr.) Sim., *A. ambigua* (Grun.) Sim. и *A. subarctica* (O.Müll.) Haworth. и *Actinocyclus normanii* (W. Greg.) Hust.) и пеннатными (*Asterionella formosa* Hass., *Diatoma tenuis* C.Ag., *Fragilaria capuchina* Desm., *F. crotonensis* Kitt., *Stausosirella pinnata* (Ehr.) W.R., реже представителями родов *Nitzschia* и *Navicula*). По видовому богатству из диатомовых водорослей преобладали пеннатные. Однако наибольший вклад в количественное развитие альгоценозов вносили центрические водоросли. Роль диатомовых особенно велика в верхнем районе водохранилища, с продвижением к плотине их вклад в структуру сообщества снижался.

В водохранилище интенсивно развивались синезеленые водоросли, которые независимо от особенностей погодных условий разных лет, достигали значительного количества по всей акватории водохранилища. Численность синезеленых водорослей увеличивалась по продольной оси водохранилища от верхнего к приплотинному району и составляла от 40 до 98% общей численности фитопланктона. Доминирующим по всей акватории водохранилища являлся *Aphanisomenon flos-aquae* Ralfs и сопутствующие ему виды родов *Microcystis* (Kütz.) Lemm и, реже, *Anabaena* Bory S.V. ex Born. & Flahault. и *Planktolyngbya limnetica* (Lemm.) Komárková-Legnerová & C.

Из зеленых водорослей наиболее часто встречались представители родов *Coelastrum* Näg., *Pandorina* Bory S. V., *Dictyosphaerium* Näg., *Desmodesmus* (R. Chodat), *Pediastrum* Meyen, *Monoraphidium* Komárková-Legnerová, что является типичным для данного водохранилища. По уровню развития они значительно уступают диатомовым и синезеленым водорослям.

Количество представителей динофитовых (*Peridiniopsis penardii* (Lemm.) Bourg., *Peridinium* sp., *Gymnodinium* sp.), эвгленовых (рода *Trachelomonas* и *Euglena*) и золотистых (рода *Dinobryon*, *Kephyrion* и *Mallomonas*) невелико. Их роль в структуре сообщества незначительна, несмотря на крупные размеры отдельных представителей (менее 1% численности и до 5% биомассы фитопланктона).

Видовая насыщенность фитопланктона, оцененная значениями удельного видового богатства (число видов в пробе), увеличивалась в центральном районе водохранилища (в 1.5 раза больше, чем в верхнем районе) в 2013–2015 гг. В теплые годы максимальное разнообразие водорослей отмечено в верхнем районе водохранилища и снижалось к плотине. Минимальное количество видов и внутривидовых таксонов водорослей было отмечено в русловой части приплотинного района водохранилища.

Средние значения численности фитопланктона за исследованный период составляли 52.0 ± 8.5 млн

кл./л, максимальные значения (114 млн кл./л) отмечены в 2010, минимальные (18 млн кл./л) – в 2014 г. Биомасса водорослей варьировала от 1.42 до 12.68 мг/л, среднее значение за период исследований составило 6.45 ± 1.11 мг/л. Численность и биомасса водорослей Воткинского водохранилища в теплые маловодные годы (2010 и 2016 гг.) в 2 раза выше, чем в холодные и/или многоводные (2013–2015 гг.) (рис. 1).

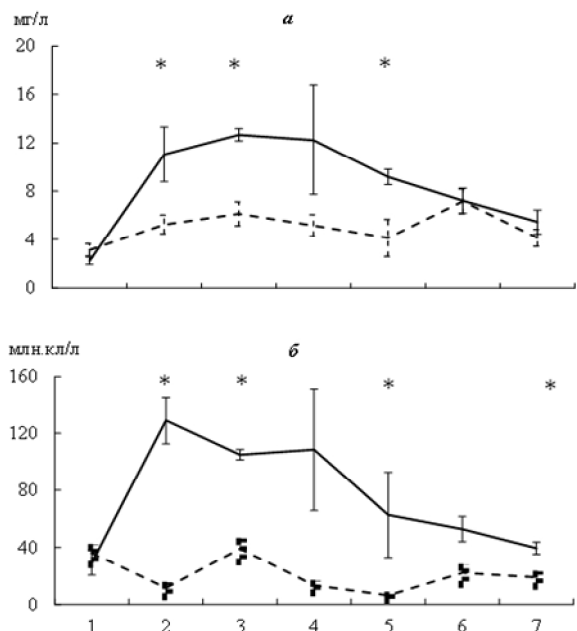


Рис. 1. Изменение биомассы и численности фитопланктона по продольному профилю водохранилища:

a – биомасса, *б* – численность; пунктирная линия – холодный год, сплошная линия – теплый год; 1–7 створы отбора проб. Приведены средние величины для створов со стандартной ошибкой; звездочкой отмечены достоверные различия, при $p < 0.05$

В течение всего периода исследований по численности в водохранилище постоянно преобладали синезеленые водоросли (рис. 2). Несмотря на то, что клетки представителей отдела диатомовых водорослей значительно крупнее, чем у синезеленых, в формирование биомассы также основной вклад вносили синезеленые водоросли. Это связано с тем, что отбор проб проводили в период «цветения» воды (август). Кроме того, в исследуемый период отмечено увеличение доли миксотрофных флагаеллат (золотистые, эвгленовые, динофитовые водоросли) и снижение доли зеленых водорослей.

В продольном распределении фитопланктона на русловых станциях отмечено увеличение численности и биомассы фитопланктона в центральном районе в 2010, 2014 и 2016 гг. Тогда как в годы с повышенной водностью количественное развитие максимально в приплотинном районе (рис. 3). Такое смещение количественного развития вполне объяснимо нагонными явлениями в приплотинной части, когда численность водорослей достигала 0.2–3.0 млрд. кл./л, биомасса – 30–120 мг/л.

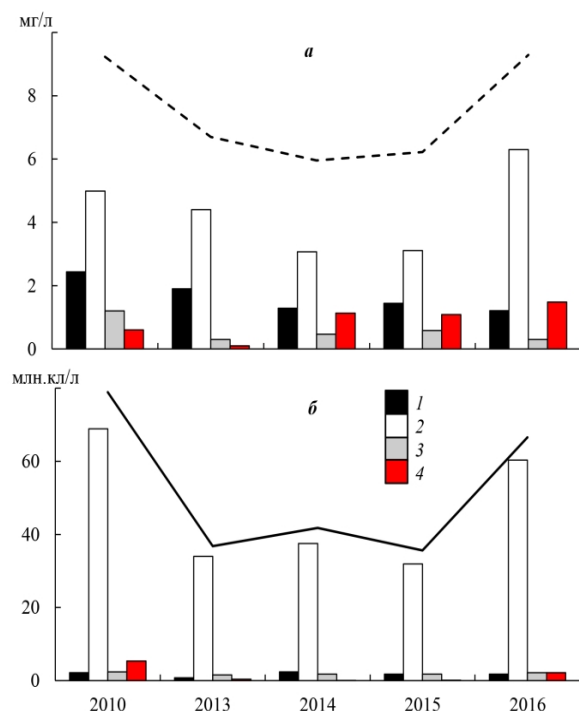


Рис. 2. Вклад разных отделов водорослей в структуру фитопланктона:

a – биомасса, пунктирная линия – средняя биомасса, *б* – численность, сплошная линия – средняя численность фитопланктона. 1 – диатомовые водоросли, 2 – синезеленые, 3 – зеленые, 4 – прочие

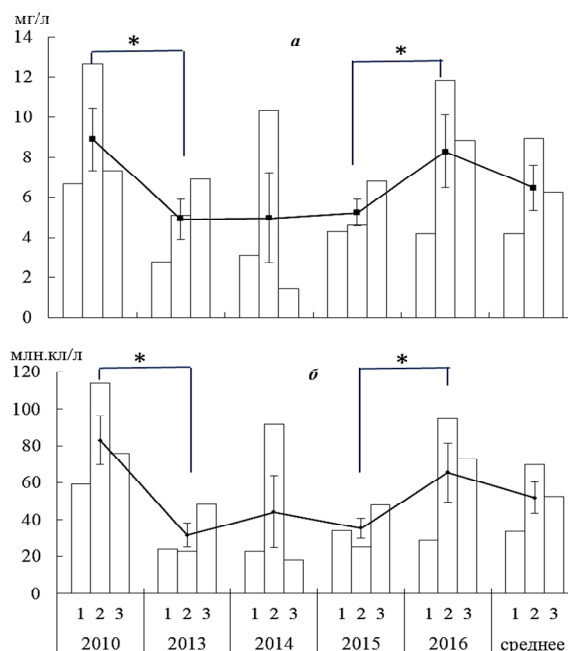


Рис. 3. Количественное развитие фитопланктона в разных районах Воткинского водохранилища:

a – биомасса, *б* – численность; 1 – верхний район водохранилища, 2 – центральный, 3 – приплотинный. Линия – средние величины по водохранилищу разных лет наблюдений со стандартной ошибкой; звездочкой отмечены достоверные отличия, при $p < 0.05$

В мелководной зоне численность и биомасса водорослей в теплые маловодные годы примерно в 6 раз выше, чем на русловых станциях, в многоводные холодные – в 1.5–2 раза.

Таблица 3

Состав доминантных видов фитопланктона на различных участках водохранилища в 2010–2016 гг.

Участок водохранилища	По численности	По биомассе
Верхний	<i>Aphanizomenon flos-aquae</i> , <i>Planktolyngbya limnetica</i> , <i>Microcystis</i> spp., <i>Aulacoseira subarctica</i>	<i>A. flos-aquae</i> <i>Aulacoseira granulata</i> , <i>Actinocyclus normanii</i> , <i>Diatoma tenuis</i>
Центральный	<i>A. flos-aquae</i> , <i>Microcystis</i> spp., <i>Coelastrum microporum</i> , <i>Synechocystis</i> sp., <i>Pediastrum boryanum</i> , <i>Aulacoseira</i> spp.	<i>A. flos-aquae</i> , <i>A. normanii</i> , <i>Aulacoseira</i> spp.
Приплотинный	<i>A. flos-aquae</i> , <i>Microcystis</i> spp., <i>Aulacoseira</i> spp.	<i>A. flos-aquae</i> , <i>A. normanii</i> , <i>Aulacoseira</i> spp.

В период исследований были выявлены значительные различия в составе доминирующих по численности и биомассе комплексов водорослей (табл. 3). В верхнем участке водохранилища доминантный комплекс образуют диатомовые и синезеленые водоросли.

В центральном районе к доминирующим по численности видам относились представители синезеленых и зеленых водорослей, по биомассе –

Actinocyclus normanii (инвазивная диатомея) и *Aphanizomenon flos-aquae*. В теплые годы в приплотинном участке отмечен лишь *A. flos-aquae*, в другие годы к доминантным относятся виды родов *Microcystis*, *Aulacoseira* и *Actinocyclus normanii*.

Средние коэффициенты видового разнообразия Шеннона, рассчитанные по численности и биомассе фитопланктона, были достаточно велики, соответственно 2.60 ± 0.16 и 2.95 ± 0.20 в 2013–2015 гг. и

несколько ниже в 2010 и 2016 гг. – 1.62 ± 0.23 по численности и 2.00 ± 0.29 по биомассе. Это хорошо согласуется со снижением общего видового разнообразия и присутствием ярко выраженных доминантных видов в годы с низкой водностью. В левобережной мелководной зоне центрального района водохранилища отмечены самые высокие коэффициенты видового разнообразия (3–4), здесь сообщество сформировано представителями различных отделов водорослей, а вклад каждого из доминирующих видов не превышает 10–15%.

В период исследований водохранилища средняя биомасса и численность фитопланктона значительно увеличились по сравнению с более ранними работами [Третьякова, 1989] несмотря на непохожие гидрометеорологические условия разных лет, причем синезеленые водоросли стали вносить большой вклад не только в формирование численности, но и биомассы фитопланктона (более 80%).

Заключение

Флористическое разнообразие фитопланктона Воткинского водохранилища формировалось в основном зелеными, диатомовыми и синезелеными водорослями. Многолетняя динамика численности и биомассы водорослей планктона свидетельствует о стабильном развитии фитопланктона. При повышении температуры и снижении уровня воды наблюдалось увеличение общей биомассы и численности фитопланктона, увеличивалась доля синезеленых водорослей.

Библиографический список

- Беляева П.Г. Альгологическая характеристика планктонных и перифитонных сообществ Камского бассейна // Современные проблемы водохранилищ и их водосборов: тр. Междунар. науч.-практ. конф. Пермь, 2007. Т. 2. С. 207–211.
- Беляева П.Г. Структура фитопланктона Воткинского водохранилища (Россия) // Актуальные проблемы современной альгологии: тез. докл. IV Междунар. конф. Киев, 2012. С. 26–28.
- Ветрова З.И. Флора водорослей континентальных водоемов Украины. Эвгленофитовые водоросли. Вып. 1. Ч. 2. Киев: Наук. думка, 1993. 260 с.
- Генкал С.И., Охалкин А.Г. Диатомовые водоросли (Centrophyceae) в фитопланктоне Камских водохранилищ // Поволж. экол. журн. 2010. № 3. С. 254–262.
- Головачева С.И. Фитопланктон Воткинского водохранилища в 1975 г. // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное использование: тез. докл. II регион. совещ. гидробиологов Урала. Пермь, 1983. Ч. 1. С. 25–27.
- Головачева С.И., Батова Е.М. Влияние сточных вод Краснокамского ЦБК на фитопланктон Воткинского водохранилища // Биологические ресурсы водоемов Урала, их охрана и рациональное ис-

- пользование: тез. докл. II регион. совещ. гидробиологов Урала. Пермь, 1983. Ч. 1. С. 27–28.
- Китаев А.Б., Матарзин Ю.М. Общая характеристика водохранилища и особенности его гидрологического режима // Биология Воткинского водохранилища. Иркутск, 1988. С. 5–24.
- Климатические особенности в Пермском крае. [Электронный ресурс]. URL: <http://accident.perm.ru/index.php/spravochnyj-gazdel/klimat> (дата обращения: 04.06.2017).
- Кузьмин Г.В., Охалкин А.Г. Фитопланктон реки Камы в летнюю межень 1975 г. // Информ. бюл. Ин-та биол. внутр. вод, 1977. № 36. С. 45–49.
- Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М., 1975. 239 с.
- Определитель пресноводных водорослей СССР / под ред. М.М. Голлербаха. М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1951–1986. Т. 1–14.
- Тарасова Н.Г., Буркова Т.Н. Летний фитопланктон водохранилищ Камы и их притоков // Проблемы охраны вод и рыбных ресурсов Поволжья: V Поволж. гидроэкол. конф. Казань, 2009. С. 61–63.
- Таусон А.О. Водные ресурсы Молотовской области. Молотов: ОГИЗ, 1947. 321 с.
- Третьякова С.А. Фитопланктон Камских водохранилищ // Гидробиологическая характеристика водоемов Урала. Свердловск, 1989. С. 58–69.
- Третьякова С.А., Головачева С.И., Батова Е.М. Фитопланктон // Биология Воткинского водохранилища. Иркутск, 1988. С. 26–36, 153–157.
- Царенко П.М. Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. Киев: Наук. думка, 1990. 208 с.
- Штина Э.А. Сезонные изменения фитопланктона реки Камы у г. Оханска по наблюдениям 1939 и 1940 гг. // Изв. Биол. НИИ при Перм. гос. ун-те. 1941. Т. 12, № 2. С. 35–52.
- Kotàrek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1. Teil. Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena: Fischer Verlag, 1999. Bd. 19/1. 548 p.
- Kotàrek J., Fott B. Chlorophyceae (Crunlagen), Ordnung: Chlorococcales // Die Binnengewässer Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ihren Nachbargebieten. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung [Nägele und Obermiller], 1983. Bd. 16: Das Phytoplankton des Süßwassers. Systematik und Biologie. T. 7. H. 1. 1044 S.
- Krammer K., Lange-Bertlot H. Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Eds. by H. Ettl, J. Gerloff, H. Heying, D. Mollenhauer. Stuttgart-Jena: G. Fischer Verlag, 1986. Bd 2/1. 876 S.; 1988. Bd 2/2. 596 S.; 1991. Bd 2/3. 576 S.; 1991. Bd 2/4. 473 S.
- Starmach K. Chrysophyceae und Haptophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Jena: VEB G. Fischer Verlag. 1985. Bd. 1. 515 p.

References

- Belyaeva P.G. [A structure of the phytoplankton of the Votkinsk reservoir (Russia)]. *Aktual'nye problemy sovremennoj al'gologii* [Abstracts of IV International Conf. «Actual problems of modern algology»]. Kiev, 2012, pp. 26–28. (In Russ.).

- Belyaeva P.G. [Algal characteristics of Plankton and Periphyton communities of Kama basin] *Sovremennye problemy vodochranilišč i ich vodosborov* Proceedings of International Scientific-Practical Conference «Current Issues of Reservoir's and its Basins». Perm, 2007. V. 2, pp. 207–211. (In Russ.).
- Klimatičeskie osobennosti v Permskom krae* [Climate aspects of Perm Kray]. Available at: <http://accident.perm.ru/index.php/spravocnyj-razdel/klimat> (accessed 04.06.2017). (In Russ.).
- Genkal S.I., Okhapkin A.G. [Diatoms algae (Centrophyceae) in phytoplankton of the Kama Reservoir]. *Povolžskij Ėcologičeckij Žurnal*, N 3 (2010): pp. 254–262. (In Russ.).
- Golovacheva S.I. [Phytoplankton of the Votkinsk Reservoir in 1975]. *Biologičeskie resursy vodoemov Urala, ich ochrana i racional'noe ispol'zovanie* [Abstracts of II Regional Meeting hydrobiologists Urals «Biological resources reservoirs Urals, their protection and rational use»]. Perm, 1983, pp. 25–27. (In Russ.).
- Golovacheva S.I., Batova E.M. [Effect of wastewater of Krasnokamsky PPM phytoplankton Votkinsk reservoir. An Impact of Krasnokamsky PPM wastewater on the Votkinsk reservoir phytoplankton]. *Biologičeskie resursy vodoemov Urala, ich ochrana i racional'noe ispol'zovanie* [Abstracts of II Regional Meeting hydrobiologists Urals «Biological resources reservoirs Urals, their protection and rational use»]. Perm, 1983. P. 27 – 28. (In Russ.).
- Gollerbach M.M., ed. *Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR* [Identification Guide of the USSR freshwater algae]. Moscow, Leningrad, 1951–1986, V. 1–14. (In Russ.).
- Kitaev A.B., Matarzin U.M. [General characterization and some hydrological regime's aspects of the reservoir]. *Biologija Votkinskoko vodochranilišča* [Biology of the Votkinsk Reservoir]. Irkutsk, 1988, pp. 5–24. (In Russ.).
- Komárek J., Anagnostidis K. Cyanoprokaryota. 1.Teil. Chroococcales. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 19/1. Jena: Ficher Verland, 1999. 548 p.
- Komárek J., Fott B. Chlorophyceae (Crunlagen), Ordnung: Chlorococcales. Die Binnengewasser Einzeldarstellungen aus der Limnologie und ih-ren Nachbargebieten. Stuttgart: E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung [Nä-gele und Obermiller], 1983. Bd. 16: Das Phyto-plankton des Susswassers. Systematik und Biol-ogie. T. 7. H. 1. 1044 S.
- Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Eds. by H. Ettl, J. Gerloff, H. Heying, D. Mollenhauer. Stuttgart-Jena: G. Fisher Verlag, 1986. Bd 2/1. 876 S.; 1988. Bd 2/2. 596 S.; 1991. Bd 2/3. 576 S.; 1991. Bd 2/4. 473 S.
- Kuzmin G.V., Okhapkin A.G. [Phytoplankton of the Kama River at summer runoff low in 1975]. *Inform. Bull. Inst biol. inland. Water.* N 36 (1977): pp. 45–49. (In Russ.).
- Metodika izučeniya biogeocenzov vnutrennich vodoemov* [Methodology for the study of inland waters' biogeocenosis]. Moscow, 1975. 239 p.(In Russ.).
- Shtina E.A. [Seasonal changes of the Kama River phytoplankton near the Ohansk town under the observations in 1939 and 1940]. *Izvestia Biol. NII pri Permskom universitete.* V. 12, N 2 (1941): pp. 35–52. (In Russ.).
- Starmach K. Chrysophyceae und Haptophyceae. Süßwasserflora von Mitteleuropa. Bd. 1. Jena: VEB G. Fischer Verlag. 1985. 515 p.
- Tarasova N.G., Burkova T.N. [Summer phytoplankton of Kama River's reservoirs and their tributaries]. *Problemy ochrany vod i rybnyh resursov Povolž'ja* [Proceedings of the V hydroecological Volga Region Conference «Problems of protection of waters and fish resources of the Volga region»]. Kazan, 2009, pp. 61–63. (In Russ.).
- Tauson A.O. *Vodnye resursy Molotovskoj oblasti* [Aquatic resources of the Molotov region]. Molotov, 1947. 321 p. (In Russ.).
- Tretjakova S.A. [Phytoplankton of the Kama Reservoir]. *Gidrobiologičeskaja charakteristika vodoemov Urala* [Hydrobiological characteristic of Ural reservoirs]. Sverdlovsk, 1989. P. 58–69. (In Russ.).
- Tretjakova S.A., Golovacheva S.I., Batova E.M. [Phytoplankton]. *Biologija Votkinskoko vodochranilišča* [Biology of the Votkinsk Reservoir]. Irkutsk, 1988, pp. 153–157. (In Russ.).
- Tsarenko P.M. *Kratkij opredelitel' chlorokokkovykh vodoroslej Ukrainskoj SSR* [Brief Field Guide of Chlorococcales of Ukraine SSR]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1990. 208 p. (In Russ.).
- Vetrova Z.I. *Flora vodoroslej kontinental'nykh vodoemov Ukrainy. Ėvglenofitovyje vodorosli* [Algal flora of continental watercourses of Ukraine. Euglenophyta]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1993, V. 1, Part 2. 260 p. (In Russ.).

Поступила в редакцию 18.06.2017

Об авторе

Беляева Полина Геннадьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник лаборатории водной микробиологии Институт экологии и генетики микроорганизмов УрО РАН – филиал ФГБУН Пермского федерального исследовательского центра УрО РАН
ORCID: 0000-0001-6741-0424
 614081, Пермь, ул. Голева, 13; belyaeva@psu.ru; (342)2447132

About the author

Belyaeva Polina Gennadievna, candidate of biology, senior researcher of the laboratory of freshwater microbiology
 Institute of Ecology and Genetics of Microorganisms of the Ural Branch RAS
ORCID: 0000-0001-6741-0424
 13, Golev str., Perm, Russia, 614081;
 belyaeva@psu.ru; (342)2447132

