

## Таксономическое разнообразие и структура фитопланктона в разнотипных озерах Кулундинского бассейна (Алтайский край)

### Taxonomic diversity and structure of phytoplankton in different-type lakes of Kulunda basin (Altai krai)

Косачева Ю. Н.<sup>1</sup>, Митрофанова Е. Ю.<sup>2</sup>

Kosacheva Yu. N.<sup>1</sup>, Mitrofanova E. Yu.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Алтайский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии («АлтайНИРО»), г. Барнаул, Россия. E-mail: Kosacheva.july@yandex.ru

<sup>1</sup> Altai branch of Russian federal research institute of fisheries and oceanography («AltaiNIRO»), Barnaul, Russia

<sup>2</sup> Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул, Россия. E-mail: mitelena-09@mail.ru

<sup>2</sup> Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia

**Реферат.** В фитопланктоне разнотипных озер Кулундинского бассейна выявлено 87 видов и одна разновидность водорослей из 6 систематических отделов: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Chlorophyta, Ochrophyta. Самым разнообразным по числу семейств, родов и видов является отдел Cyanobacteria (35 видов, или 40,2 % от общего числа видов), а также Chlorophyta (26, или 29,9 %), Bacillariophyta (17, или 19,5 %). Больше всего таксонов рангом выше семейства относятся к отделам Bacillariophyta (2 класса, 3 подкласса, 9 порядков) и Chlorophyta (3 класса, 8 порядков). Два отдела немногочисленны по составу, имеют всего по два (Cryptophyta) и три (Ochrophyta) вида. Самым крупным семейством является Oscillatoriaceae с 4 родами и 13 видами. К ведущим родам относятся 5 родов, причем 3 из них – из отдела Cyanobacteria, по 1 роду относятся к отделам Chlorophyta (*Ulothrix*) и Bacillariophyta (*Nitzschia*). По результатам исследования выявлена зависимость числа видов в фитопланктоне от величины средней солености и Числа Вольфа (мера активности Солнца) для озер Кулундинского бассейна.

**Ключевые слова.** Алтайский край, разнотипные озера Кулундинского бассейна, соленые озера, таксономический анализ, таксономический состав, фитопланктон.

**Summary.** In the phytoplankton of different-type lakes of Kulunda basin 87 species and 1 variety of algae from 6 systematic divisions were identified: Cyanobacteria, Bacillariophyta, Cryptophyta, Euglenophyta, Chlorophyta and Ochrophyta. The most diverse in the number of families, genera and species is the Cyanobacteria (35 species, or 40.2 % of the total number of species), as well as Chlorophyta (26, or 29.9 %), Bacillariophyta (17, or 19.5 %). Most of the taxa ranked above the family belong to Bacillariophyta (2 classes, 3 subclasses, 9 orders) and Chlorophyta (3 classes, 8 orders). The two divisions are not numerous, they have only 2 (Cryptophyta) and 3 (Ochrophyta) species. The largest family is Oscillatoriaceae with 4 genera and 13 species. The leading genera include 5 genera, and 3 of them are from Cyanobacteria, 1 genus each belong to Chlorophyta (*Ulothrix*) and Bacillariophyta (*Nitzschia*). According to the results of the study, the dependence of the number of species in phytoplankton on the average mineralization and Wolf Number (the measure of solar activity) for salt lakes in Kulunda basin was revealed.

**Key words.** Altai Territory, diverse lakes of the Kulunda basin, salt lakes, taxonomic analysis, taxonomic composition, phytoplankton.

**Введение.** Одной из гидрографических особенностей степной и лесостепной зон Западной Сибири является обилие водоемов, разнообразных по размеру, глубине, наличию растворенных в воде солей и их химизму. На Западно-Сибирской равнине выделено четыре бассейна гипергалинных озер: Тоболо-Убаганский, Ишимский, Прииртышский и Кулундинский (Водоемы Алтайского края, 1999). Кулундинский бассейн характеризуется гривно-займищным рельефом, в понижениях которого распо-

лагаются озера, являющиеся солесборными бассейнами, в пределах которых с поверхностными и грунтовыми стоками к центру котловины мигрируют соли. Речная сеть развита слабо (Водоёмы Алтайского края, 1999; Соловов и др., 2001). Южные районы Западно-Сибирской равнины, в пределах которой располагается Кулундинский бассейн, окружены горными массивами Урала и Казахстанского мелкопочника, Алтая и Саян, Салаира и Кузнецкого Алатау. Бессточные котловины гипергалинных озер расположены в осадочных породах позднего голоцена. Верхние пласты пород представлены песками, супесями и суглинками; нижние (третичные) – глинами, содержащими гипс и другие подвижные соли. Зоны расположения гипергалинных озер обычно совпадают с внутренними артезианскими бассейнами, минеральные подземные воды которых играют важную роль в режиме водоемов (Дзенс-Литовский, 1968). Независимо от способа возникновения самих озерных котловин, несомненно, что образование здесь большого числа озер связано с особенностями рельефа (почти идеальная равнина), водного и теплового баланса этой территории (большие потери на испарение, малый поверхностный сток) (Соколов, 1952; Максимов, 1982; Андерсон, 1985).

Систематические гидробиологические исследования равнинных водоемов Алтайского края проводили с конца 20-х годов прошлого века с целью изучения кормовой базы для определения возможности выращивания ценных видов рыб (Водоёмы Алтайского края, 1999), но сведения по фитопланктону озер изучаемой территории на тот момент были отрывочными (Воронихин, 1929; Воронихин, Хахина, 1929; Исаченко, 1951). Позднее, в 1970–80-х гг., фитопланктон многих соленых озер равнинной части Алтайского края был изучен полнее (Филиппова, 1979; Голубых, Попкова, 1983; Верещагина, 1988; Веснина, 2000; Веснина и др., 2008; Митрофанова, 2010), но полного понимания о составе фитопланктона большинства водоемов изучаемого региона, его обилии и изменениях в многолетнем аспекте все еще нет (Самылина и др., 2010; Веснина, 2016). В настоящее время возникла необходимость ревизии альгологического населения водоемов в связи с интенсивным использованием озер в хозяйственном и рекреационном направлениях. Цель работы – исследование таксономического состава и структуры фитопланктона озер различной солёности Кулундинского бассейна.

**Материалы и методы.** Материалом послужили данные по фитопланктону, полученные в ходе мониторинга 11 гипергалинных озер Алтайского края в вегетационные периоды 2001–2021 гг. (рис. 1).

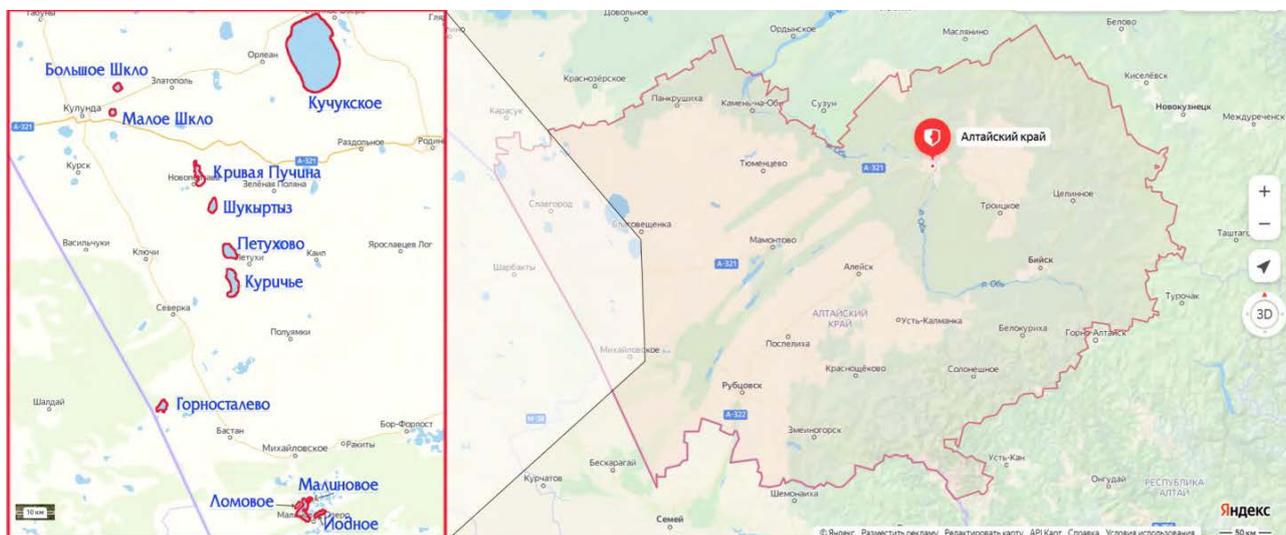


Рис. 1. Исследованные озера Кулундинского бассейна.

Данные по площадям водной поверхности и глубинам водоемов взяты из литературных источников (Водоёмы Алтайского края, 1999; Ронжина, 2008), а также из наблюдений специалистов Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» г. Барнаула (табл.). Исследованные водоемы разделены на группы по показателям средней и максимальной глубины и способу накопления солей в них (Водоёмы Алтайского края, 1999): средне-глубинные рапные; мелководные рапные; мелководные самосадочные; пересыхающие в летний период.

Гидробиологическую съемку проводили с помощью маломерного моторного судна на постоянных станциях наблюдения, а также при помощи объезда водоема по периметру на автомобиле. Пробы

фитопланктона объемом 1,0–1,5 л отбирали зачерпывая с глубины не менее 0,2 м в центральных и литоральных частях озер в течение вегетационного периода с апреля по октябрь с учетом морфологических особенностей озер и разнообразия биотопов (Методические рекомендации ..., 1982). На пересыхающих в летний период озерах отбор проб проводили однократно в весенний период. Параллельно проводили измерения глубины, температуры, прозрачности и солености воды. Фиксацию проб осуществляли 4%-м раствором формалина, обработку проводили по общепринятым методикам (Киселев, 1969; Методические рекомендации ..., 1984). В лабораторных условиях после отстаивания в течение 10 суток пробы сгущали путем декантации верхнего слоя до объема 10–12 мл, просматривали в световой микроскоп Laboval 4 (Karl Zeiss, Germany). Для идентификации водорослей использовали различные определители, атласы и сводки (Диатомовый анализ, 1950; Голлербах, Полянский, 1951; Голлербах и др., 1953; Матвиенко, 1954; Мешкова, Голлербах, 1986; Царенко, 1990). Таксономическая структура приведена по AlgaeBase (M. D. Guiry, G. M. Guiry, 2022).

Таблица

Физико-географическая характеристика озер Кулундинского бассейна

Группа	Озеро	Площадь, км <sup>2</sup>	Глубина, м		Соленость, г/л	
			средняя	max	min	max
Средне-глубинное, рапное	Кучукское	<b>181</b>	<b>1,3</b>	3,3	78	380
	Малиновое	11,4	1,1	2,1	99	265
Мелководное, рапное	Шукуртуз	5,2	0,4	0,8	152	284
	Йодное	2,65	0,8	1,2	<b>40</b>	320
	Большое Шкло	3,3	0,6-1,0	1,3	98	<b>179</b>
	Ломовое	<b>1,4</b>	0,5	2	94	273
Мелководное, самосадочное	Горностолево	4,8	<b>0,2</b>	<b>0,4</b>	73	334
	Куричье	15	0,5	0,9	98	<b>179</b>
	Петухово	12,4	0,5	0,6	<b>226</b>	<b>400</b>
	Малое Шкло	1,9	<b>0,2</b>	0,6	95	180
Пересыхающее в летний период	Кривая Пучина	6,1	0,4	0,7	144	378

Примеч.: жирным курсивом выделены минимальные и максимальные величины.

**Результаты и обсуждение.** Исследованные озера расположены в Кулундинском бассейне на западе Алтайского края, протянувшись с севера на юг прерывистой цепочкой. Площадь водной поверхности для большинства из них отмечена в диапазоне 1,4–12,4 км<sup>2</sup>, выделяется лишь оз. Кучукское (см. табл.). Котловина его имеет эллипсоидную форму с длинной осью субмеридианального направления. Площадь зеркала 170–180 км<sup>2</sup>. Наибольшая наблюдаемая глубина озера при наивысшем уровне равна 3,3 м, при минимальном – 2,4 м. Средняя глубина при наивысшем уровне – 2,3 м, при минимальном – 1,6 м. Объем воды, в зависимости от фазы водности составляет 270–340 млн м<sup>3</sup>. Самое малое по площади озеро Ломовое, относящееся к системе озер Солено-Озерной степи, расположено в непосредственной близости от озера Малиновое, на северо-западе, на границе с Михайловским бором. Площадь озера 1,4 км<sup>2</sup>, объем водной массы 650 тыс. м<sup>3</sup>. Озеро Малиновое, как и Кучукское, имеет максимальную глубину более двух метров. В остальных озерах максимальная и средние глубины не превышают 1,3 м. По максимальной и средней величине солености выделяется оз. Петухово. Интересна такая величина, как разница между максимальной и минимальной соленостью, т.е. насколько кардинально может изменяться соленость в разные периоды года и разные года. В диапазоне 200–300 г/л отмечено пять озер – Кучукское (302), Ийодное (280), Горносталево (261), Кривая Пучина (234) и Петухово (226), что делает функционирование водорослей планктона в них, возможно, особенно экстремальным, а с другой стороны – напротив, влияет на состав фитопланктона, вероятно, делая его более разнообразным при большем изменении уровня солености и появлении новых экологических ниш по этому показателю.

В целом за период исследования в фитопланктоне 11 гипергалинных водоемов выявлено 87 видов и 1 разновидность водорослей из 6 систематических отделов (рис. 2): Cyanobacteria –

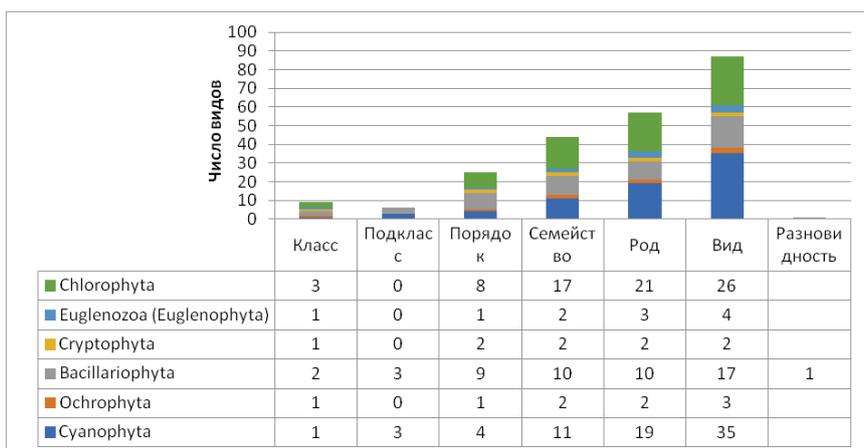


Рис. 2. Соотношение таксонов водорослей в фитопланктоне исследованных озер Кулундинского бассейна.

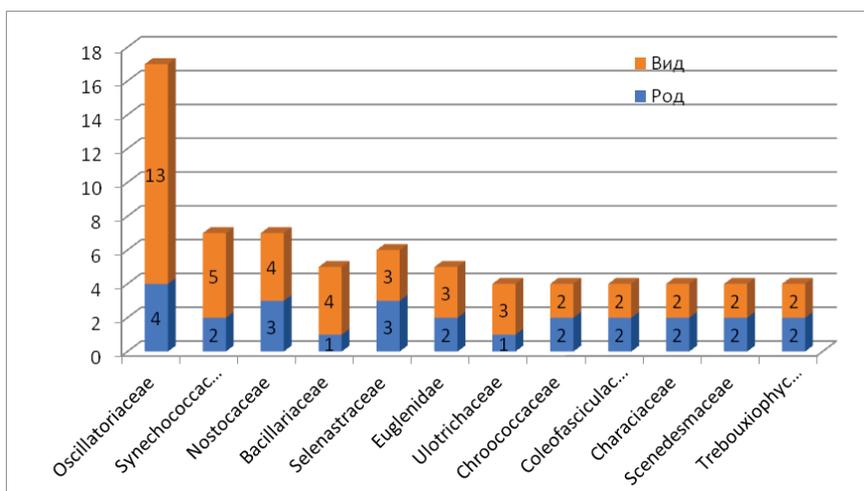


Рис. 3. Ведущие семейства фитопланктона озер Кулундинского бассейна.

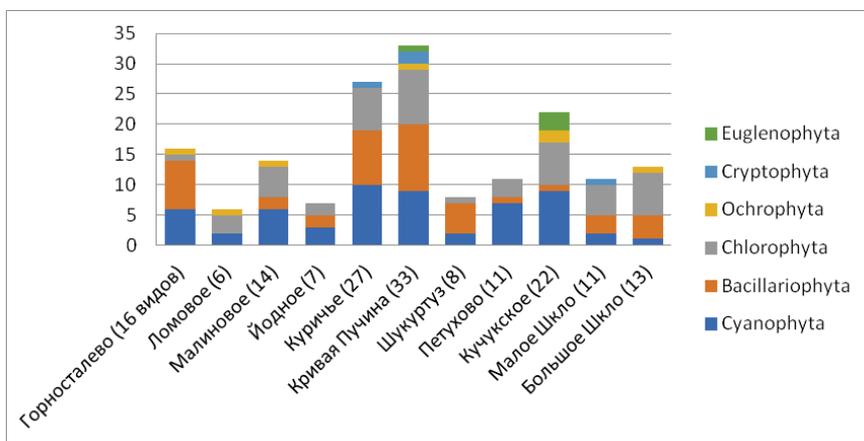


Рис. 4. Число видов и соотношение основных отделов водорослей в фитопланктоне озер Кулундинского бассейна.

35, Bacillariophyta – 17, Cryptophyta – 2, Euglenophyta – 4 и Chlorophyta – 26, Ochrophyta – 3 при наибольшем разнообразии цианобактерий, зеленых и диатомовых водорослей (40,2 %, 29,9 % и 19,5 % от общего числа видов, соответственно). Два отдела – немногочисленны, имеют всего по два (Cryptophyta) и три (Ochrophyta) вида, немногочисленны и эвгленовые. Появление в планктоне гипергалинных водоемов представителей криптофитовых, золотистых и эвгленовых водорослей – это, скорее всего, исключение из правил, потому что такие озера не характерное место их обитания. Вполне вероятно, что эти водоросли попали в соленые водоемы весной в период паводка с водосборного бассейна или развивались в устье пресноводных притоков. Больше всего таксонов рангом выше семейства относится к отделам Bacillariophyta (2 класса, 3 подкласса, 9 порядков) и Chlorophyta (3 класса, 8 порядков). Анализируя структуру фитопланктона на уровне семейств и родов, можно отметить, что для таксономического спектра характерны одно- и дву-тривидовые семейства.

Ведущими семействами являются 12, пять из которых относятся к цианобактериям (Oscillatoriaceae – 13 видов, Synechococcaceae – 5, Nostocaceae – 4, Chroococcaceae – 2, Coleofasciculaceae – 2) и пять к зеленым (Selenastraceae – 3, Ulotrichaceae – 3, Characiaceae – 2, Scenedesmeceae – 2, Trebouxiophyceae – 2) (рис. 3). По одному семейству из отдела Bacillariophyta (Bacillariaceae – 4 видов) и Euglenophyta (Euglenidae – 3). На остальные 32 семейства приходится 54,4 % от общего числа родов и 48,3 % от общего числа видов.

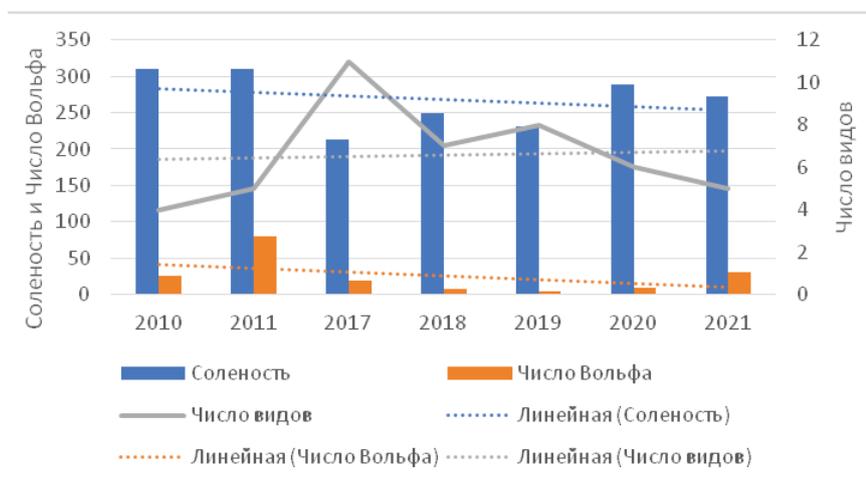


Рис. 5. Средние значения минерализации, число Вольфа и число таксонов водорослей в фитопланктоне озера Кучукское в 2010–2021 гг.

Из особенностей таксономического состава можно отметить преобладание по числу таксонов цианобактерий в озерах Петухово, Кучукское, Куричье, Малиновое, а диатомовых – в озерах Горностаево, Кривая Пучина, Шукуртуз, Куричье. Зеленые водоросли преобладают, наиболее значимы в озерах Ломовое, Малое и Большое Шкло, а также большая их доля от общего числа таксонов выявлена в озерах Кучукское, Малиновое, Куричье, Кривая Пучина. Эвгленовые водоросли присутствуют только в двух озерах: Кривая Пучина и Кучукское.

Развитие фитопланктона в водоемах зависит от многих факторов (Comin, Alonso, 1988; Williams, 1989; Афонина, Ташлыкова, 2014, 2016, 2019). В гипергалинных озерах одним из таких факторов является соленость воды. Мы проанализировали данные по оз. Кучукскому, для которого есть самый длинный временной ряд совпадающих данных по количеству видов и солености воды (2010–2021 гг.). Отмечена тенденция незначительного уменьшения средней солености воды и увеличения среднего числа таксонов в фитопланктоне озера в периоды открытой воды каждого года, на что указывают линейные линии тренда (рис. 5). При этом коэффициент корреляции составил  $-0,67$ , что может свидетельствовать о существенной зависимости развития фитопланктона от уровня солености в водоеме в тот или иной период времени.

Ввиду того что водоросли являются автотрофными организмами и для продуцирования органики нуждаются в солнечном свете, мера активности Солнца, или число Вольфа, также относится к наиболее важным факторам окружающей среды, влияющим на развитие фитопланктона. Из общедоступных данных (<https://www.sidc.be/silso>) для этого же периода исследований мы сделали корреляцию средних чисел Вольфа и чисел видов за год. Оказалось, что эта зависимость очень сильная – коэффициент корреляции составил  $0,91$ , а само число Вольфа за этот период имеет тенденцию к незначительному снижению, о чем может свидетельствовать его линия тренда (см. рис. 5), т. е. индекс солнечной активности в значительной степени определяет развитие водорослей в водоеме. Сильная инсоляция действует губительно на водоросли, а при умеренной они увеличивают свое разнообразие и обилие.

Кроме того, как отмечают многие исследователи, на развитие водорослей влияют и такие еще факторы, как ионный состав, pH, гидрологические закономерности, географическое положение, вмешательство человека, различные формы биотического взаимодействия, а также температура воздуха и воды (Comin, Alonso, 1988; Williams, 1989; Алимов, 2008). Это было отмечено для озера Омской области, Онон-Торейской равнины (Северо-Восточная Монголия) и Улдза-Торейского бассейна (Юго-Восточное Забайкалье) (Афонина, Ташлыкова, 2018, 2019). Это уже следующий этап в исследовании фитопланктона озера Кулундинского бассейна.

**Благодарности.** Выражаем благодарность коллегам из Алтайского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («АлтайНИРО», г. Барнаул) за помощь в отборе проб.

К ведущим родам относятся пять, причем три из них – цианобактерии: *Oscillatoria* – 6, *Phormidium* – 5, *Jaaginema* – 4. На долю ведущих родов приходится 25,3 % от общего числа видов. При этом виды рода *Jaaginema* (мы приводим этот род согласно систематике, принятой в Algaebase) ранее были в составе рода *Oscillatoria*. В этом случае количество видов этого рода цианобактерий насчитывало бы 10 видов.

Среди наиболее богатых по составу планктона озер выделяется оз. Кривая Пучина – 33 вида, меньше всего видов отмечено в оз. Ломовое – 6 (рис. 4).

ЛИТЕРАТУРА

- Алимов А. Ф.** Связь биологического разнообразия в континентальных водоемах с их морфометрией и минерализацией вод // Биология внутренних вод, 2008. – № 1. – С. 3–8.
- Андерсон Дж. М.** Экология и науки об окружающей среде: биосфера, экосистемы, человек. – Л.: Гидрометеодиздат, 1985. – 165 с.
- Афоница Е. Ю., Ташлыкова Н. А.** Водоросли и беспозвоночные галитовых озер Борзинской группы (Забайкальский край) в начальный период наполнения // Экосистемы, их оптимизация и охрана, 2014. – Вып. 10. – С. 82–87.
- Афоница Е. Ю., Ташлыкова Н. А.** Взаимосвязь планктонных сообществ с факторами окружающей среды в степных соленых водоемах // Морские биологич. исследования: достижения и перспективы: Сб. трудов конф. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – С. 233–236.
- Афоница Е. Ю., Ташлыкова Н. А.** Фито- и зоопланктон Торейских озер в маловодный сезон 2016 года // Экосистемы, 2018. – № 14(44). – С. 9–19.
- Афоница Е. Ю., Ташлыкова Н. А.** Влияние факторов среды на структуру планктонных сообществ минеральных озер в разные фазы водности // Вестник Моск. ун-та. Сер. 16. Биология, 2019. – Т. 74, № 1. – С. 3–9.
- Верецагина Н. В.** Материалы к изучению водорослей Кулундинского озера // Актуальные проблемы современной лимнологии. Материалы к изучению водорослей Кулундинского озера: Тез. докл. I Всесоюз. конф. молодых ученых по проблемам современной лимнологии (г. Ленинград, апрель 1988). – Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1988. – С. 11–12.
- Веснина Л. В.** Гидробиологический мониторинг озер Алтайского края // Сиб. эколог. журн., 2000. – № 3. – С. 263–269.
- Веснина Л. В.** Экосистема гипергалитных озер юга Западной Сибири // Морские биологические исследования: достижения и перспективы: Материалы Всерос. науч.-практ. конф. (г. Севастополь, 19–24 сентября 2016 г.). – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2016. – С. 260–263.
- Веснина Л. В., Митрофанова Е. Ю., Ронжина Т. О., Веселкова Э. Ю.** Фитопланктон больших артемиевых озер Алтайского края // Рыбоводство и рыбное хозяйство, 2008. – № 10. – С. 22–26.
- Водоемы Алтайского края. Биологическая продуктивность и перспективы использования* / Л. В. Веснина, В. Б. Журавлев, В. А. Новоселов и др. – Новосибирск: Наука, 1999. – 285 с.
- Воронихин Н. Н.** Материалы к изучению альгологической растительности Кулундинской степи // Изв. Главн. ботан. сада СССР, 1929. – Т. 28, вып. 1–2. – С. 12–40.
- Воронихин Н. Н., Хахина А. Г.** К биологии соляных озер Кулундинской степи // Изв. Главн. ботан. сада СССР, 1929. – Т. 27, вып. 1–2. – С. 149–162.
- Голлербах М. М., Косинская Е. К., Полянский В. И.** Синезеленые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. В 14-ти вып. Вып. 2. – М.: Совет. наука, 1953. – 650 с.
- Голлербах М. М., Полянский В. И.** Пресноводные водоросли и их изучение // Определитель пресноводных водорослей СССР. В 14-ти вып. Вып. 1. – М.: Совет. наука, 1951. – 200 с.
- Голубых О. С., Попкова Л. А.** Планктон соленого оз. Горькое степной зоны Алтайского края / Биологические основы рыбного хозяйства Западной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1983. – С. 39–41.
- Дзэнс-Литовский А. И.** Соляные озера СССР и их минеральные богатства. – Л.: Недра, 1968. – 118 с.
- Диатомовый анализ* / Под общей ред. А. Н. Криштофовича. – Л.: Госгеолиздат, 1950. – 398 с.
- Исаченко Б. Л.** Хлористые, сульфатные и содовые озера Кулундинской степи и биогенные процессы в них. Кулундинская экспедиция Академии наук СССР 1931–1933 гг. Ч. 1, вып. 8 // Исаченко Б. Л. Избранные труды. – М.-Л.: Изд-во АН СССР, 1951. – С. 143–162.
- Киселев И. А.** Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Вводные и общие вопросы планктологии. – Л.: Наука, Ленингр. отд., 1969. – 658 с.
- Максимов А. А.** Исследование смен фаз увлажненности территории лесостепей Западной Сибири в 11-летних циклах // Природные циклы Барабы и их хозяйственное значение. – Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1982. – С. 6–24.
- Матвиенко А. М.** Золотистые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР: В 14-ти вып. Вып. 3 / отв. ред. В. П. Савич. – М.: Совет. наука, 1954. – 188 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях.* – Л.: ГосНИОРХ, 1982. – 28 с.
- Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Фитопланктон и его продукция.* – Л.: ГосНИОРХ, 1984. – 61 с.
- Мешкова Н. А., Голлербах М. М.** Зеленые водоросли. Класс улотриксковые // Определитель пресноводных водорослей СССР. Вып. 10. – Л.: Наука, 1986. – 360 с.

- Митрофанова Е. Ю.** Фитопланктон озер разной минерализации (на примере системы реки Касмалы, Алтайский край) // Вестник Алтайского государственного аграрного университета, 2010. – № 6 (68). – С. 67–72.
- Ронжина Т. О.** Биология и функционирование жаброногого рачка *Artemia* sp. в соленых озерах Алтайского края // Проблемы биологии, экологии, географии, образования: история и современность: Материалы II Междунар. науч.-практ. конф. – СПб: ЛГУ им. А. С. Пушкина, 2008. – С. 122–124.
- Самылина О. С., Герасименко Л. М., Шадрин Л. М.** Сравнительная характеристика фототрофных сообществ в минеральных озерах Крыма (Украина) и Алтайского края (Россия) // Альгология, 2010. – Т. 20, № 2. – С. 192–209.
- Соколов А. А.** Гидрография СССР. – Л.: Гидрометеоздат, 1952. – 287 с.
- Соловов В. П., Подуровский М. А., Ясюченя Т. Л.** Жаброног артемия: история и перспективы использования ресурсов. – Барнаул: ГНП, 2001. – 144 с.
- Филиппова А. В.** Некоторые результаты изучения фитопланктона водоемов Алтайского края / Биологические ресурсы Алтайского края и пути их рационального использования. – Екатеринбург: Полиграфист, 1979. – С. 105–107.
- Царенко П. М.** Краткий определитель хлорококковых водорослей Украинской ССР. – Киев: Наукова Думка, 1990. – 208 с.
- Comin F. A., Alonso M.** Spanish salt lakes: Their chemistry and biota // Hydrobiologia, 1988. – Vol. 158. – P. 237–245.
- Guiry M. D., Guiry G. M.** 2022. *AlgaeBase*. World-wide electronic publication, National University of Ireland, Galway. URL: <https://www.algaebase.org> (Accessed 04 April 2022)
- SILSO.** World Data Center for the production, preservation and dissemination of the international sunspot number URL: <https://www.sidc.be/silso> (Accessed 04 April 2022)
- Williams W. D.** Salinity as determinant of the structure of biological communities in salt lakes // Hydrobiologia, 1998. – № 381. – P. 191–201.