УДК 582.26(571.56)

DOI 10.31242/2618-9712-2018-25-3-98-104

Видовой состав водорослей водоемов бассейна р. Эндыбал (Центральное Верхоянье, Якутия)

Л.И. Копырина

Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия
l.i.kopyrina@mail.ru

Аннотация. Изучены видовой состав и структура водорослей водоемов бассейна р. Эндыбал. По результатам исследований выявлен 81 таксон водорослей из 5 отделов. В исследованных водоемах найдены 6 новых для водоемов Якутии видов: *Bicoeca borealis* Hill., *Epipyxis deformans* Aver., *Pinnularia divergens* var. *elliptica* (Grun.) Cl., *Eunotia robusta* var. *tetraedon* (Ehr.) Ralfs, *Pediastrum brauni* Wartmann, *Cosmoastrum fristichum* (Elfv.) Pal.-Mordv. По показателям численности и биомассы доминируют виды из Chrysophyta – *Hydrurus foetidus* (Villars) Trevisan; Cyanophyta – *Oscillatoria geminata* (Menegh.) Elenk., *Stigonema mamillosum* (Lyngb.) Ag., *St. ocellatum* (Dillw.) Thur. sensu lat. и *Siphononema polonicum* Geitl.; Xanthophyta – *Tribonema viridis* Pasch.; Chlorophyta – *Ulothrix zonata* (Web. et Mohr) Kütz. и Bacillariophyta – *Tabellaria flocculosa* (Roth.) Kütz., *Hannaea arcus* (Ehr.) Patrick, *Meridion circulare* Ag., *Achnanthes lanceolata* (Bréb.) Grun., *Cyclotella bodanica* Eulens., *Cymbella cistula* (Hemp.) Grun., *Gomphonema angustatum* (Kütz.) Rabenh., *Hantzschia amphioxys* (Ehr.) Grun. и др. По эколого-географической характеристике во всех исследованных водных объектах присутствовали пресноводные, бентосно-планктонные, реофильные, широко распространенные виды, развивающиеся преимущественно в толще, обрастаниях и в бентосе холодных текущих вод, родниках. Среди них лидирующее положение в фитопланктоне занимают типичные криофильные виды водной толщи *Cyclotella bodanica*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Hydrurus foetidus*. Наряду с пресноводными видами выявлены пресноводно-солончатково-водные и солончатково-водные виды родов *Cymbella*, *Epithemia*. Индекс сапробности (S) по Пантле и Буку на разных участках составлял 1,0–1,45. Воду в водоемах можно отнести ко II классу чистоты.

Ключевые слова: альгофлора, таксон, водоросли, видовой состав, численность, биомасса, бассейн р. Эндыбал.

Благодарности. Работа выполнена в рамках выполнения государственного задания ИБПК СО РАН на 2017–2020 гг. по теме «Фундаментальные и прикладные аспекты изучения разнообразия растительного мира Северной и Центральной Якутии»; рег. номер АААА-А17-117020110056-0.

DOI 10.31242/2618-9712-2018-25-3-98-104

Species composition of algae of reservoirs of Endybal river basin (Central Verkhoyansk range, Yakutia)

L.I. Kopyrina

Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, Yakutsk, Russia
l.i.kopyrina@mail.ru

Abstract. The species composition and structure of algae of reservoirs of the Endybal river basin are studied. The research results revealed 81 taxa of algae from 5 divisions. In the studied reservoirs, 5 species new to the reservoirs of Yakutia were found: *Bicoeca borealis* Hill., *Epipyxis deformans* Aver., *Pinnularia diver-*

gens var. *elliptica* (Grun.) Cl., *Eunotia robusta* var. *tetraedon* (Ehr.), *Pediastrum brauni* Wartmann, *Cosmostrum fristichum* (Elfv.) Pal.-Mordv. The species of the Chrysophyta – *Hydrurus foetidus*; Cyanophyta – *Oscillatoria geminata*, *Stigonema mamillosum*, *St. ocellatum* and *Siphononema polonicum*; Xanthophyta – *Tribonema viridis*; Chlorophyta – *Ulothrix zonata* and Bacillariophyta – *Tabellaria flocculosa*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Achnanthes lanceolata*, *Cyclotella bodanica*, *Cymbella cistula*, *Gomphonema angustatum*, *Hantzschia amphioxys*, etc. dominate in the numbers and biomass. In eco-geographical characteristics, there were present in all the studied water bodies freshwater, benthonic-planktonic, rheophylic and wide-spread species developing mainly in the interior, phytoperiphyton and benthos of cold flowing water and springs. Among them, the typical cryophilic species of the water column *Cyclotella bodanica*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Hydrurus foetidus* take the leading position in the phytoplankton. Along with the freshwater species, there were identified the freshwater-brackish and brackish-water species of the genera *Cymbella* and *Epithemia*. The Pantle-Buck saprobity index (*S*) at different sites was 1,0–1,45. The water in the reservoirs can be attributed to the II class of purity.

Key words: algal flora, taxon, algae, species composition, number, biomass, basin, river, Endybal.

Acknowledgments. The work was performed within the framework of the IBPC SB RAS state task for 2017–2020 on the topic «Fundamental and applied aspects of study of diversity of plant world of Northern and Central Yakutia»; registration number: AAAA-A17-11702011005656.

Введение

Гидрографическая сеть р. Эндыбал по географической зональности и по водному режиму рек относится к горно-лесной гидрологической зоне северо-востока Якутии [1]. Река образуется при слиянии рек Фёдор-Юреге и Сиреленде, впадает слева в р. Аркачан водосборного бассейна р. Яна, протекает по широкой долине с северо-запада на юго-восток, принимая ряд многочисленных притоков. Все водотоки берут начало на восточном макросклоне хребта Верхоянского, на 1161–1287 м н.у.м высоты, они мелководные, имеют смешанный тип питания, в пределах плато на равнинах для них характерно снеговое питание, а в горах – дождевое, боль-

шинство из них характеризуются пониженной температурой воды (рис. 1).

Пробы отобраны в августе–сентябре 2015 г. из 11 разнотипных водоемов бассейна р. Эндыбал.

Пункты отбора проб: 1 ЦВ – р. Сиреленде, в 6 км выше от устья (N65,69442° E130,05988°); 2 ЦВ – устье р. Сиреленде (N65,67738° E130,09799°); 3 ЦВ – р. Порфиновый, среднее течение (N65,66936° E130,11163°); 4 ЦВ – устье р. Порфиновый (N65,67738° E130,09799°); 5 ЦВ – р. Борисовский, среднее течение (N65,67930° E130,11101°); 6 ЦВ – устье р. Борисовский (N65,67930° E130,11172°); 8 ЦВ – руч. Безымянный, правый приток р. Сиреленде (N65,41226°

Рис. 1. Карта-схема исследованного района бассейна р. Эндыбал Центрального Верхоянья (ЦВ) и пункты отбора проб воды
Fig. 1. Map-scheme of investigated area of Endybal river basin of Central Verkhoyansk range (CV) and water sampling points

E130,02430°); 9 ЦВ – руч. Безымянный, правый приток р. Борисовский (N65,66908° E130,15511°); 10 ЦВ – руч. Безымянный № 1, левый приток р. Порфиновый (N65,68304° E130,08339°); 11 ЦВ – руч. Безымянный № 2, правый приток р. Порфиновый (N65,67340° E130,09152°); 12 ЦВ – мочажина на распадке (N65,40504° E130,02646°); 13 ЦВ – «озерко» на распадке (N 65,67445 ° E 130,04677 °).

В настоящее время в связи с разведкой полезных ископаемых, освоением и обустройством территории в пределах лицензионного участка «Вертикальный» ЗАО «Прогноз», планированием строительства в этом регионе горнодобывающих и обогащательных предприятий соответственно возрастает уровень антропогенной нагрузки. В связи с этим изучение на водные экосистемы региона обширной группы водорослей фитопланктона и фитоперифитона, находящихся под влиянием производственной деятельности человека, приобретает определенную актуальность.

Цели и задачи исследований – выявление видового состава водорослей фитопланктона и фитоперифитона в водоемах бассейна р. Эндыбал.

Флора водорослей различных водоемов Верхоянского хребта исследована ранее рядом авторов [2–6].

Материалы и методы

Материалом для решения поставленной задачи послужили 29 альгологических проб, отобранных автором в августе–сентябре 2014 г. Исследованиями охвачены верхняя, средняя и устьевая части рек Порфиновый, Борисовский, Сиреленде, а также их притоки, мочажина и «озерко». Сбор и обработка материалов проводились по общепринятым методикам [7–9]. На всех точках отбора проб измерялась температура воды, определялись прозрачность, цвет, запах и pH. Идентификация водорослей проведена автором в лаборатории флористики и геоботаники ИБПК СО РАН с использованием микроскопа Микмед-6, литературы и определителей [10–24].

Экология и географическое распространение водорослей даны по литературным источникам [17, 25]. При этом учитывались не только виды, но и внутривидовые таксоны с характерной экологией и распространением. Санитарно-биологическая характеристика исследованных озер дана на основании данных расчета индекса сапробности Пантле и Букка [26] в модификации Сладечека [27]. Для уточнения принадлежности видов водорослей к той или иной зоне сапробности использовался «Атлас водорослей – индикаторов сапробности» [25].

Результаты и обсуждение

По результатам исследований водорослей водоемов бассейна р. Эндыбал установлен 81 таксон (83 вида рангом ниже рода) из 39 родов, 31 семейства, 19 порядков, 10 классов и 5 отделов водорослей.

Ведущая роль принадлежит диатомовым (Bacillariophyta) – (50,0 % от общего числа видов и внутривидовых таксонов), что свойственно альгофлорам проточных водоемов высоких широт Севера и Арктики, в целом для водоемов Чукотки, Большеземельской тундры и Якутии [18, 28–30]. Затем следуют водоросли зеленые (Chlorophyta) – 23,0 % и синезеленые (Cyanophyta) – 16,0 %. Наименьшим числом видов представлены желтозеленые (Xanthophyta) – 6,0 % и золотистые (Chrysophyta) – 5,0 % водоросли (рис. 2).

В количественном отношении средняя численность фитопланктона в исследованных водоемах достаточно низкая и средние ее показатели колеблются в пределах от 163 тыс. кл./л (ручей без названия в участке р. Сиреленде) до 903 тыс. кл./л (устье р. Сиреленде), а биомасса от 0,0001 мг/л (в 6 км выше от устья р. Сиреленде) до 1,01 мг/л (устье р. Сиреленде). Основная роль в формировании численности и биомассы принадлежит крупным золотистым видам – *Hydrurus foetidus*; синезеленым – *Oscillatoria geminata*, *Stigonema mammosum*, *St. ocellatum* и *Siphononema polonicum*; желтозеленым – *Tribonema viridis*; зеленым – *Ulothrix zonata* и мелким диатомовым – *Tabellaria flocculosa*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Achnanthes lanceolata*, *Cyclotella bodanica*, *Cymbella cistula*, *Gomphonema angustatum*, *Hantzschia amphioxys* и др. Заметного развития в отдельных участках рек спорадически достигали золотистые (среднее течение р. Борисовский, ручей без названия и устье в участке р. Сиреленде), желтозеленые (например, ручей 1 в участке р. Порфиновый, устье р. Борисовский, ручей 1 и устье р. Сире-

Рис. 2. Распределение водорослей по отделам
Fig. 2. Distribution of algae by divisions

ленде) и зеленые (например, устье р. Борисовский), которые в отдельных случаях образуют значительную часть биомассы, хотя в целом играют подчиненную роль.

Сравнение альгофлоры исследованных водоемов бассейна р. Эндыбал показало, что водоросли в исследованных водоемах развиты слабо и неравномерно, особенно в притоках, это связано в первую очередь с низкой температурой воды, где в период отбора проб её средние показатели составляли 5° С, а воздуха – 11,35 °С. Наибольшее количество видов найдено в мочажине, где выявлено 44 вида и разновидностей водорослей, в р. Сиреленде – 20, р. Борисовский – 15, р. Порфировый – 13 и в «озерке» – 10 видов (рис. 3).

В таксономическом разнообразии в большинстве исследованных водных объектах преобладают виды диатомовых водорослей, которые являются наиболее чувствительными показателями экологических условий водной среды, и экология их изучена значительно полнее. В исследованных водоемах наибольшее число диатомей найдено в мочажине – 21 вид и разновидности, р. Сиреленде – 13, р. Борисовский и «озерке» по – 8 и в р. Порфировый – 4 вида. Среди них кроме мочажины в остальных исследованных водоемах присутствовал вид *Fragilaria arcus*, численность которого на участке р. Сиреленде от верховьев до устья составила 127 тыс. кл./л. Вид широко распространен в холодных текущих водах умеренной зоны и Арктики, stenotherмный, часто в массах обрастает камни и растения. В обрастаниях каменистых субстратов диатомо-

вые развивались достаточно хорошо вместе с синезелеными водорослями и беспозвоночными животными. Широко распространенный галофоб *Meridion circulare*, обитающий преимущественно в чистых водах, текущих горных водоемах, обнаружен в массе в ручьях 1 и 2 (р. Порфировый), в среднем течении р. Борисовский и в «озерке», а также единично в 6 км выше от устья р. Сиреленде. В фитопланктоне и фитоперифитоне единично выявлены виды родов *Navicula*, *Stauroneis*, *Pinnularia*, *Neidium*, *Achnanthes*, *Eunotia*, *Cymbella*, *Gomphonema*, которые широко распространены на дне, преимущественно пресноводные, литоральные и часто встречающиеся в быстротекущих водах.

Отдел зеленых водорослей представлен 19 видами, что составило 23 % от общего числа найденных видов водорослей. Среди исследованных водных объектов 15 видов выявлено в мочажине, 3 – в участке р. Сиреленде и 2 вида – в участке р. Борисовский. В массе обнаружены виды из семейств Closteriaceae и Desmidiaceae, являющиеся обитателями высокогорных болот и озер Субарктики: *Closterium acerosum* (Schr.) Ehr., *C. kuetzingii* Bréb., *C. littorale* Gay, *C. moniliferum* Ehr., *C. parvulum* Näg., *C. peracerosum* Gay, *C. rostratum* Ehr., ранее не известный в водоемах Якутии вид *Cosmoastrum fristichum*. Постоянно встречались *Cosmarium bioculatum* Bréb., *C. hornavanense* Gutw., *C. lapponicum* Borge и *C. subarcticum* (Lagerh.) Racib. Среди зеленых водорослей в мочажине найден новый для водоемов Якутии вид *Pediastrum braunii*. Часто присутствовали ти-

Рис. 3. Видовой состав водорослей исследованных водоемов
Fig. 3. Species composition of algae of studied reservoirs

пичные для олиготрофных водоемов нитчатые виды водорослей *Cladophora fracta* (Müll. ex Vahl) Kütz. (толстые маты на камнях в ср. течении р. Борисовский), *Zygnema pectinatum* (Vauch.) Ag. et Czurda, *Mougeotia scalaris* Hass. (в ср. течении р. Сиреленде), а вид *Ulothrix zonata*, встречающийся в очень чистых, хорошо аэрируемых проточных водах, выявлен в средних и устьевых частях рек Борисовский и Сиреленде, который на камнях образовывал мягкие слизистые дерновинки.

Синезеленые водоросли – наиболее примитивные фотосинтетические прокариотические микроорганизмы, обладающие уникальной способностью к фиксации атмосферного азота и к воздействию неблагоприятных факторов среды. Из них по числу видов богат участок р. Порфиновый – 8 видов, меньшее число видов найдено в участках: мочажина – 3 вида, реки Борисовский и Сиреленде – по 2 вида соответственно. Часто встречались виды *Oscillatoria amoena* (Kütz.) Gom., *O. deflexoides* Elenk et. Kossinsk., *O. geminata*, *O. rubescens* (DC) Gom. и др. Редкий вид *Chamaesiphon curvatus* (Borzi.) Nordst. совместно с другими синезелеными видами присутствовал только в средних течениях рек Порфиновый и Борисовский. В фитоперифитоне мхов в мочажине обильны виды *Gloeocapsa turgida* (Kütz.) Hollerb. emend., *Merismopedia glauca* (Ehr.) Näg., *Rivularia dura* Roth.

Из желтозеленых водорослей встречено всего 5 видов (6% от общего числа найденных видов) водорослей и развивались они во всех исследованных водных объектах: в мочажине и «озерке» по 2 вида соответственно, по 1 виду в реках Порфиновый, Борисовский и Сиреленде соответственно. В массе найдены шарообразные образования *Tribonema vulgare* на мхах в «озерке».

Золотистые водоросли являются пресноводными организмами, которые обычно составляют значительную часть биомассы в озерах со средней и низкой продуктивностью. Постоянное присутствие золотистых водорослей в сообществах микроорганизмов указывает на благополучную экологическую ситуацию в исследованных водоемах бассейна р. Эндыбал. Обнаружены 4 вида (5,0 %), среди них найдены новые для водоемов Якутии виды *Bicoeca borealis*, *Epiyxis deformans* и редкий крупный вид *Hydrurus foetidus*, в среднем течении р. Борисовский и во всех участках р. Сиреленде.

По эколого-географической характеристике в исследованных водных объектах присутствовали пресноводные, бентосно-планктонные, реофильные, широко распространенные виды, развивающиеся преимущественно в толще, обростаниях и в бентосе холодных текущих вод,

родниках. Среди них лидирующее положение в фитопланктоне занимают типичные криофильные виды водной толщи *Cyclotella bodanica*, *Hannaea arcus*, *Meridion circulare*, *Hydrurus foetidus*. Наряду с пресноводными видами выявлены пресноводно-солонатово-водные и солонатово-водные виды родов *Cymbella*, *Epithemia*. Индекс сапробности (S) по Пантле и Буку на разных участках составлял 1,0–1,45. Воду в водоемах можно отнести ко II классу чистоты.

Выводы

Результаты исследований показали, что видовой состав и таксономическая структура исследованных отделов водорослей типичны для альгофлор высокоширотных и горных регионов, не испытывающих антропогенной нагрузки. Полученные характеристики можно рассматривать как фоновые при оценке степени возможной трансформации сообществ водорослей горных пресноводных экосистем при освоении территории.

Анализ эколого-географической структуры показал преобладание индифферентов и алкалофилов по отношению к солености воды и космополитов при значительной роли галофобных видов арктоальпийской группы. Соотношение экологических групп отражает соответствующие условия обитания: низкую минерализацию, близкую к нейтральной или слабощелочной водной среде.

Сапробиологический анализ фитопланктона выявил преобладание олигосапробионтов, олигосеносапробионтов. Количество альфа-, бета-мезосапробов и представителей переходных групп меньше, и почти все они малочисленны или единичны.

Литература

1. Чистяков Г. Е. Водные ресурсы рек Якутии. М.: Наука, 1964. 255 с.
2. Васильева-Кралина И.И., Габышев В.А., Пшеничкова Е.В., Иванова А.П. Водоросли горных водоемов Верхоянья // Биология внутренних вод. 2004. № 3. С. 3–15.
3. Копырина Л.И. Современное состояние водорослей водоемов в районе месторождения Мангазейское Верхоянского хребта // Наука и образование. 2010. № 2. С. 37–39.
4. Копырина Л.И. Диатомовые водоросли некоторых водных объектов месторождения «Вертикальный» (верховье р. Яна, Якутия) // Вопросы современной альгологии. 2015. № 3 (10).
5. Копырина Л.И. Водоросли водоемов Верхоянского хребта (Якутия) // Альгология. 2012. Т. 22, № 4. С. 382–390.

6. Potapova M.G., Hamilton P.B., Kopyrina L.I., Sosina N.K. New and rare diatom (Bacillariophyta) species from a mountain lake in Eastern Siberia // Phytotaxa. 2014. No. 156 (3). P. 100–116.

7. Голлербах М.М., Полянский В.И. Пресноводные водоросли и их изучение. М.: Советская наука, 1951. Вып. 1. 178 с.

8. Водоросли: Справочник. Киев: Наукова думка, 1989. 608 с.

9. Руководство по гидробиологическому мониторингу поверхностных экосистем / Под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. 318 с.

10. Волошко Л.Н. Золотистые водоросли водоемов Севера России. СПб.: Реноме, 2017. 380 с.

11. Генкал С.И., Вехов Н.В. Диатомовые водоросли водоемов Русской Арктики. М.: Наука, 2007. 64 с.

12. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1974. Т. 1. 403 с.

13. Диатомовые водоросли СССР (ископаемые и современные). Л.: Наука, 1988. Т. 2. 116 с.

14. Крахмальний А.Ф. Динофитовые водоросли Украины (иллюстрированный определитель). Киев: Альтерпрес, 2011. 444 с.

15. Помазкина Г.В., Родионова Е.В. Диатомовые водоросли семейства Cymbellaceae озера Байкал: Атлас-определитель. Новосибирск: Наука, 2014. 242 с.

16. Поповская Г.И., Генкал С.И., Лихошвай Е.В. Диатомовые водоросли планктона озера Байкал: Атлас-определитель. 2-е изд., перераб. и доп. Новосибирск: Наука, 2011. 192 с.

17. Харитонов В.Г. Диатомовые водоросли Колымы. Магадан: Кордис, 2014. 496 с.

18. Харитонов В.Г., Генкал С.И. Диатомовые водоросли озера Эльгыгытгын и его окрестностей (Чукотка). Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 2012. 402 с.

19. Чудаев Д.А., Гололобова М.А. Диатомовые водоросли озера Глубокого (Московская область). М.: Товарищество науч. изданий КМК, 2016. 447 с.

20. Krammer K., Lange-Bertalot H. Navicula-ceae // Bacillariophyceae. V. 1. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1986. 876 p.

21. Krammer K., Lange-Bertalot H. Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // Bacillariophyceae. V. 2. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1988. 596 p.

22. Krammer K., Lange-Bertalot H. Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // Bacillariophyceae. V. 3. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991a. 596 p.

23. Krammer K., Lange-Bertalot H. Achnan-thaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeich-

nis Teil 1–4 // Bacillariophyceae. V. 4. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991b. 437 p.

24. Lange-Bertalot H., Genkal S.I. Diatoms from Siberia // Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait). Iconographia Diatomologica. 1999. V. 6. P. 1–271.

25. Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. Водоросли-индикаторы в оценке качества окружающей среды. М., 2000. 150 с.

26. Pantle R., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas und Wasserbach. 1955. 604 p.

27. Sladeček V. System of water quality from the biological point of view // Ergebnisse Limnologie. 1973. H. 7. P. 1–218.

28. Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.

29. Васильева И.И. Анализ видового состава и динамики развития водорослей водоемов Якутии. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО АН СССР, 1989. 48 с.

30. Разнообразие растительного мира Якутии. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2005. 328 с.

References

1. Chistyakov G. E. Vodnye resursy rek Yakutii. M.: Nauka, 1964. 255 s.

2. Vasil'eva-Kralina I.I., Gabyshev V.A., Pshen-nikova E.V., Ivanova A.P. Vodorosli gornyykh vodo-emov Verkhoyan'ya // Biologiya vnutrennikh vod. 2004. № 3. S. 3–15.

3. Kopyrina L.I. Sovremennoe sostoyanie vodo-roslей vodoemov v rajone mestorozhdeniya Man-gazejskoe Verkhoyanskogo khrebtа // Nauka i obrazovanie. 2010. № 2. S. 37–39.

4. Kopyrina L.I. Diatomovye vodorosli nekot-orykh vodnykh ob'ektov mestorozhdeniya «Vertikal'-nyj» (verkhov'e reki Yana, Yakutiya) // Voprosy sovremennoj al'gologii. 2015. № 3 (10).

5. Kopyrina L.I. Vodorosli vodoemov Verkho-yanskogo khrebtа (Yakutiya) // Al'gologiya. 2012. T. 22, № 4. S. 382–390.

6. Potapova M.G., Hamilton P.B., Kopyrina L.I., Sosina N.K. New and rare diatom (Bacillariophyta) species from a mountain lake in Eastern Siberia // Phytotaxa. 2014. No. 156 (3). P. 100–116. DOI: 10.11646/phytotaxa.156.3.2.

7. Gollerbach M.M., Polyanskij V.I. Presnovod-nye vodorosli i ikh izuchenie. M.: Sov. nauka, 1951. Vyp. 1. 178 s.

8. Vodorosli: Spravochnik. Kiev: Naukova dum-ka, 1989. 608 s.

9. Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu mon-itoringu poverkhnostnykh ekosistem / Pod red. V.A. Abakumova. SPb.: Gidrometeoizdat, 1992. 318 s.

10. Voloshko L.N. Zolotistye vodorosli vodo-e-mov Severa Rossii. SPb.: Renome, 2017. 380 s.

11. *Genkal S.I., Vekhov N.V.* Diatomovye vodorosli vodoemov Russkoj Arktiki. M.: Nauka, 2007. 64 s.
12. *Diatomovye vodorosli SSSR (iskopaemye i sovremennye).* L.: Nauka, 1974. T. 1. 403 s.
13. *Diatomovye vodorosli SSSR (iskopaemye i sovremennye).* L.: Nauka, 1988. T. 2. 116 s.
14. *Krakhmal'nyj A.F.* Dinofitovye vodorosli Ukrainy (illyustrirovannyj opredelitel'). Kiev: Al'terpres, 2011. 444 s.
15. *Pomazkina G.V., Rodionova E.V.* Diatomovye vodorosli semejstva Cymbellaceae ozera Bajkal: Atlas-opredelitel'. Novosibirsk: Nauka, 2014. 242 s.
16. *Popovskaya G.I., Genkal S.I., Likhoshvaj E.V.* Diatomovye vodorosli planktona ozera Bajkal: Atlas-opredelitel'. 2-oe izd., pererab. i dop. Novosibirsk: Nauka, 2011. 192 s.
17. *Kharitonov V.G.* Diatomovye vodorosli Kolymy. Magadan: Kordis, 2014. 496 s.
18. *Kharitonov V.G., Genkal S.I.* Diatomovye vodorosli ozera El'gygytgyn i ego okrestnostej (Chukotka). Magadan: SVNTS DVO RAN, 2012. 402 s.
19. *Chudaev D.A., Gololobova M.A.* Diatomovye vodorosli ozera Glubokogo (Moskovskaya oblast'). M.: Tovarischestvo nauch. izdanij KMK, 2016. 447 s.
20. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Navicula-ceae // *Bacillariophyceae*. V. 1. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1986. 876 p.
21. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Bacillariaceae, Epithemiaceae, Surirellaceae // *Bacillariophyceae*. V. 2. Jena: Gustav Fischer Verlag, 1988. 596 p.
22. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Centrales, Fragilariaceae, Eunotiaceae // *Bacillariophyceae*. V. 3. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991a. 596 p.
23. *Krammer K., Lange-Bertalot H.* Achnanthaceae, Kritische Ergänzungen zu Navicula (Lineolatae) und Gomphonema Gesamtliteraturverzeichnis Teil 1–4 // *Bacillariophyceae*. V. 4. Stuttgart; Jena: Gustav Fischer Verlag, 1991b. 437 p.
24. *Lange-Bertalot H., Genkal S.I.* Diatoms from Siberia // *Islands in the Arctic Ocean (Yugorsky-Shar Strait)*. Iconographia Diatomologica. 1999. V. 6. P. 1–271.
25. *Barinova S.S., Medvedeva L.A., Anisimova O.V.* Vodorosli-indikatory v otsenke kachestva okruzhayuschej sredy. M., 2000. 150 s.
26. *Pantle R., Buck H.* Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. Gas und Wasserbach. 1955. 604 p.
27. *Sladeček V.* System of water quality from the biological point of view // *Ergebnisse Limnologie*. 1973. H. 7. P. 1–218.
28. *Getsen M.V.* Vodorosli v ekosistemakh Krajnego Severa. L.: Nauka, 1985. 165 s.
29. *Vasil'eva I.I.* Analiz vidovogo sostava i dinamiki razvitiya vodoroslej vodoemov Yakutii. Yakutsk: Izd-vo YaNTs SO AN SSSR, 1989. 48 s.
30. *Raznoobrazie rastitel'nogo mira Yakutii.* Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, 2005. 328 s.

Поступила в редакцию 17.08.2018

Об авторе

КОПЫРИНА Любовь Иннокентьевна, кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, 677980, Якутск, пр. Ленина, 41, Россия, <http://orcid.org/0000-0002-0374-3323>, l.i.kopyrina@mail.ru.

About the author

KOPYRINA Liubov Innokentievna, Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher, Institute for Biological Problems of Cryolithozone SB RAS, 41 Lenin Ave., Yakutsk, 677980, Russia, <http://orcid.org/0000-0002-0374-3323>, l.i.kopyrina@mail.ru.