



УДК 574.583 DOI 10.21685/2500-0578-2022-3-5

ЗООПЛАНКТОН НЕКОТОРЫХ РЕК БАСЕЙНА р. ПЯСИНЫ

Ю. Ю. Форина

Красноярский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Россия, 660049, Красноярск, ул. Парижской коммуны, 33;
Красноярский государственный аграрный университет, Россия, 660049, Красноярск, пр. Мира, 90
juforina@hotmail.com

Аннотация. В настоящее время, наряду с обширной литературой по гидробиологии рек средних широт, почти полностью отсутствуют сведения по рекам Заполярья, в частности относящимся к Норило-Пясинской водной системе. Развитие Арктической зоны Российской Федерации способствует проведению исследований как на ключевых реках, так и на их притоках, позволяя пополнять сведения об эколого-биологической обстановке в регионе. Цель работы – получение данных о таксономическом составе и количественных характеристиках зоопланктона некоторых северных рек. Исследования проводили на реках бассейна Карского моря – Норильская, Дудыпта, Агапа и Пясина – по общепринятым гидробиологическим методикам. Впервые приведены таксономический состав и количественные характеристики зоопланктона рек Норильской, Дудыпты и Агапы, дополнены материалы по р. Пясине. Видовое разнообразие представлено тремя группами: *Rotifera* – 22 вида, *Cladocera* – 13 видов, *Copepoda* – 8 видов. Наиболее массово встречались коловратки *Keratella cochlearis*, кладоцеры *Bosmina coregoni*. Крупные каляниды (веслоногие рачки) – *Heteroscore appendiculata* и *Limnocalanus macrurus* – обнаружены только в р. Пясине, в ее притоках – неполовозрелые особи копепод. Численность и биомасса организмов варьировали в зависимости от водотока в пределах 0,20–24,08 тыс. экз./м³ и 4,64–77,29 мг/м³ соответственно. Наиболее развит зоопланктон в р. Агапе за счет организмов, развивающихся в озерах. Впервые проведена оценка качества воды по зоопланктону по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека в указанных реках. Оценка показала слабое загрязнение в реках Пясине, Дудыпте и Агапе (индекс сапробности от 1,58 до 1,68). Из-за отсутствия среди зоопланктеров индикаторных видов в р. Норильской провести сапробиологический анализ не удалось. Таким образом, установлено, что фауну водотоков составляли в основном эврибионты и обитатели северных и умеренных зон, а также что исследованные реки являются малокормными и слабозагрязненными.

Ключевые слова: зоопланктон, биоразнообразие, Арктическая зона, Таймыр, река Норильская, река Пясина, река Дудыпта, река Агапа, качество воды, сапробность

Для цитирования: Форина Ю. Ю. Зоопланктон некоторых рек бассейна р. Пясины // Russian Journal of Ecosystem Ecology. 2022. Vol. 7 (3). <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-3-5>

ZOOPLANKTON OF SOME RIVERS OF PYASINA RIVER BASIN

Yu. Yu. Forina

Krasnoyarsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
33 Parizhskoj Kommuny street, Krasnoyarsk, 660049, Russia;
Krasnoyarsk State Agrarian University, 90 Mira avenue, Krasnoyarsk, 660049, Russia
juforina@hotmail.com

Abstract. At present, along with extensive literature on the hydrobiology of rivers of the middle latitudes, there is almost no information on the rivers of the Arctic, in particular those related to the Noril-Pyasinsk water system. The aim of the work is to obtain data on the taxonomic composition and quantitative characteristics of zooplankton of some northern rivers. The studies were carried out on the rivers of the Kara Sea basin: Norilsk, Dudyppta, Agapa and Pyasina according to generally accepted hydrobiological methods. The results of studies of the Norilo-Pyasinsk system rivers (the Kara Sea basin) are presented. The taxonomic composition and quantitative characteristics of zooplankton of the Norilskaya, Dudyppta and Agapa rivers are presented for the first time, and the materials on the Pyasina river are supplemented. The species diversity is represented by three groups: *Rotifera* – 22 species, *Cladocera* – 13 species, *Copepoda* – 8 species. The most widely encountered rotifers were

Keratella cochlearis, cladoceras *Bosmina coregoni*. Large copepodas – *Heterocope appendiculata* and *Limnocalanus macrurus* – were found only in the Pyasina. The abundance and biomass of organisms varied depending on the rivers in the range of 0,20–24,08 thousand ind./m³ and 4,64–77,29 mg/m³, respectively. Zooplankton is most developed in the Agapa river due to organisms developing in the Agapa river basin lakes. For the first time, the assessment of water quality by zooplankton was carried out using the Pantle and Bukk method in the modification of the Sladechek in these rivers. The assessment showed weak pollution in the Pyasina, Dudypa and Agapa rivers (saprobity index from 1,58 to 1,68). Due to the absence of indicator species among zooplankters in the Norilskaya river the saprobiological analysis is failed. Thus, it was established that the fauna of the rivers consisted mainly of eurybionts and inhabitants of the northern and temperate zones. Also, the rivers are “low-feed” fishing facilities and slightly polluted.

Keywords: zooplankton, biodiversity, feed resources, Arctica, Taimyr, Norilskaya river, Pyasina river, Dudypa river, Agapa river, water quality, saprobity

For citation: Forina Yu.Yu. Zooplankton of some rivers of Pyasina river basin. *Russian Journal of Ecosystem Ecology*. 2022;7(3). (In Russ.). Available from: <https://doi.org/10.21685/2500-0578-2022-3-5>

Введение

В настоящее время, наряду с обширной литературой по гидробиологии рек средних широт, почти полностью отсутствуют сведения по рекам Заполярья, в частности относящимся к Норило-Пясинской водной системе (бассейн Карского моря). Проводимые ранее исследования в северных водотоках в основном касались ихтиофауны. Публикация по зоопланктону единична и включает материалы, собранные в ходе экспедиции на р. Пясины в 1929–1930 гг. Б. В. Бессчастновым и П. Л. Пирожниковым [1]. Последние исследования, проведенные в 2017–2019 гг. сотрудниками Красноярского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, также затрагивали кормовые ресурсы только р. Пясины [2–6], гидробиологической характеристики прочих водотоков в открытой печати нет.

Существовало мнение, что зоопланктон не может характеризовать качество воды в реках из-за быстроменяющихся водных масс, однако ряд работ указывает, что из-за способности зоопланктона быстро реагировать на внешнее воздействие его считают одним из лучших индикаторов, по которому можно устанавливать пространственные характеристики качества воды, их сезонные изменения по всему водному объекту и локально [7, 8]. Пясинская водная система, в частности р. Норильская, подвергается антропогенному воздействию от предприятий Норильского горно-металлургического комплекса и населенных пунктов Норильского района [9–12], однако сапробиологический анализ и оценка качества вод, как главной артерии бассейна, так и ее притоков, не проводились.

Материалы и методы

Бассейн р. Пясины целиком расположен в районе распространенной вечной мерзлоты, мощность которой здесь превосходит 500 м. Ледостав на реках начинается с конца сентября и продолжается по начало июня.

Пясины – одна из крупнейших рек России, вытекает из озера Пясино. Ее длина от озера и до устья составляет 818 км. Бассейн р. Пясины расположен на севере Евразии на территории России. В бассейне реки свыше 60 тыс. озер общей площадью 10,45 тыс. км². Общая площадь водосборного бассейна – 182 тыс. км² [13].

Р. Норильская вытекает из озера Мелкое и впадает в озеро Пясино. Длина реки – 57 км, площадь бассейна – 20 тыс. км². Озерность бассейна – 8 % [13].

Дудыпта – широкопойменная равнинная река, протекающая по заболоченной местности, длина которой – 687 км, площадь бассейна – 33,1 тыс. км². На пойме много ложбин, старичных озер, пойменных протоков.

Агапа протекает в зоне лесотундры, длина реки – 396 км (от истока Верхней Агапы – 530 км), площадь бассейна – 26 тыс. км², включает более 13 тыс. озер общей площадью 1446 км².

Отбор проб зоопланктона проводили в 2019 г. на станциях, указанных на карте (рис. 1), путем процеживания 100 л воды через качественную сеть Апштейна (газ № 64). Сбор и обработка проб проведены по стандартным методикам [14]. Для расчета биомассы зоопланктона использовались средние веса, вычисленные для планктонных беспозвоночных с использованием уравнения зависимости массы тела особи от длины [15]. Для установления видов пользовались следующими определителями [16–20].



Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб зоопланктона в бассейне р. Пясины

Fig. 1. Schematic map of the studied rivers of the Pyasina river basin and the hydrobiological sampling station

При изучении структуры зоопланктона анализировали общее число видов, численность, биомассу и индекс видового сходства Серенсена – Чекановского [21].

Для установления сапробности вод использовали индекс Пантле – Букка в модификации Сладечека [22], таблицы с видами-индикаторами [23–25], шкала оценки качества воды представлена в РД 52.24.309-2011 [26].

Результаты и обсуждение

Основными факторами, лимитирующими развитие зоопланктона, являются температура воды, наличие пищи, скорость течения во-

ды, токсичность воды, наличие фитопланктона и его состав, зарастаемость водных объектов и т.д. Бассейн р. Пясины находится в экстремальных климатических условиях, следовательно, эти факторы отрицательно влияют на развитие зоопланктонного сообщества.

Исследования р. Пясины, Норильской, Дудыгты и Агапы (бассейн Карского моря) в 2019 г. выявили следующий таксономический состав: *Rotifera* – 22 вида, *Cladocera* – 13 видов, *Copepoda* – 8 видов. Фауну водотоков составляли в основном эврибионты и обитатели северных и умеренных зон. Видовой состав представлен в табл. 1.

Таблица 1

Видовой состав зоопланктона некоторых рек бассейна р. Пясины, август, 2019 г.

Table 1

Taxonomic composition of zooplankton communities in the rivers of the Pyasina river basin, August, 2019

Таксон	Норильская	Пясины	Дудыпта	Агапы
<i>Rotifera</i>				
<i>Asplanchna priodonta</i> (Gosse)	–	+	+	+
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof)	+	+	+	+
<i>Conochilus unicornis</i> (Rousselet)	–	–	–	+
<i>Conochilus hippocrepis</i> (Schränk)	–	+	–	–
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg)	–	+	+	+
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg)	–	+	–	–
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott)	+	+	+	+
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse)	–	+	+	+
<i>Keratella quadrata</i> (Müller)	–	+	+	+
<i>Lecane flexilis</i> (Gosse)	–	–	+	+
<i>Lecane lunaris</i> (Ehrenberg)	–	+	–	–
<i>Lecane</i> sp.	–	+	–	–
<i>Notholca caudata</i> (Carlin)	–	+	–	–
<i>Notholca labis</i> (Gosse)	–	+	–	–
<i>Notholca squamula</i> (Müller)	–	+	–	–
<i>Polyarthra</i> sp.	–	+	+	+
<i>Ploesoma triacanthum</i> (Bergendal)	–	+	–	–
<i>Synchaeta stylata</i> (Wierzejski)	–	+	+	–
<i>Synchaeta</i> sp.	–	+	–	–
<i>Trichotria pocillum</i> (Müller)	–	+	+	–
<i>Trichotria similis</i> (Stenroos)	–	–	+	+
<i>Trichotria tetractis</i> (Ehrenberg)	+	+	+	–
<i>Cladocera</i>				
<i>Acroperus harpae</i> (Baird)	–	+	–	–
<i>Alona</i> sp.	–	+	–	–
<i>Alonopsis elongata</i> (Sars)	–	+	–	–
<i>Bosmina longirostris</i> (Müller)	+	–	–	–
<i>Bosmina (Eubosmina) coregoni</i> (Baird)	–	+	+	+
<i>Chydorus latus</i> (Sars)	–	+	–	–
<i>Chydorus sphaericus</i> (Müller)	–	+	+	+
<i>Daphnia galeata</i> (Sars)	–	–	–	–
<i>Daphnia pulex</i> (Leydig)	–	–	–	–
<i>Daphnia</i> sp.	+	–	–	+
<i>Holopedium gibberum</i> (Zaddach)	–	–	+	–
<i>Macrothrix laticornis</i> (Jurine)	–	+	–	–
Sididae sp.	–	+	–	–
<i>Copepoda</i>				
<i>Cyclops abyssorum</i> (Sars)	–	+	–	–
<i>Cyclops strenuus</i> (Fischer)	–	+	–	–
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars)	–	+	–	–
<i>Eurytemora lacustris</i> (Poppe)	–	+	–	–
<i>Hetercope appendiculata</i> (Sars)	–	+	–	–
<i>Limnocalanus macrurus</i> (Sars)	–	+	–	–
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine)	–	+	–	–
Harpacticoida	–	+	–	–

Во всех реках встречались коловратки *Kellicottia longispina*, причем их количество увеличивалось по мере продвижения на север. Аналогичное увеличение численности данного вида отмечал Грезе [1], и это подтверждает высказанную Н. В. Воронковым гипотезу об арктическом положении центра распространения

данного вида, наряду с организмами рода *Notholca*, которых по числу особей в более северных пробах было больше. В целом коловратки играли значительную роль в зоопланктоне рек Норильской, Дудыпты и Агапы, достигая в среднем по численности – от 33 до 80 %, по биомассе – от 50 до 74 % (рис. 2).

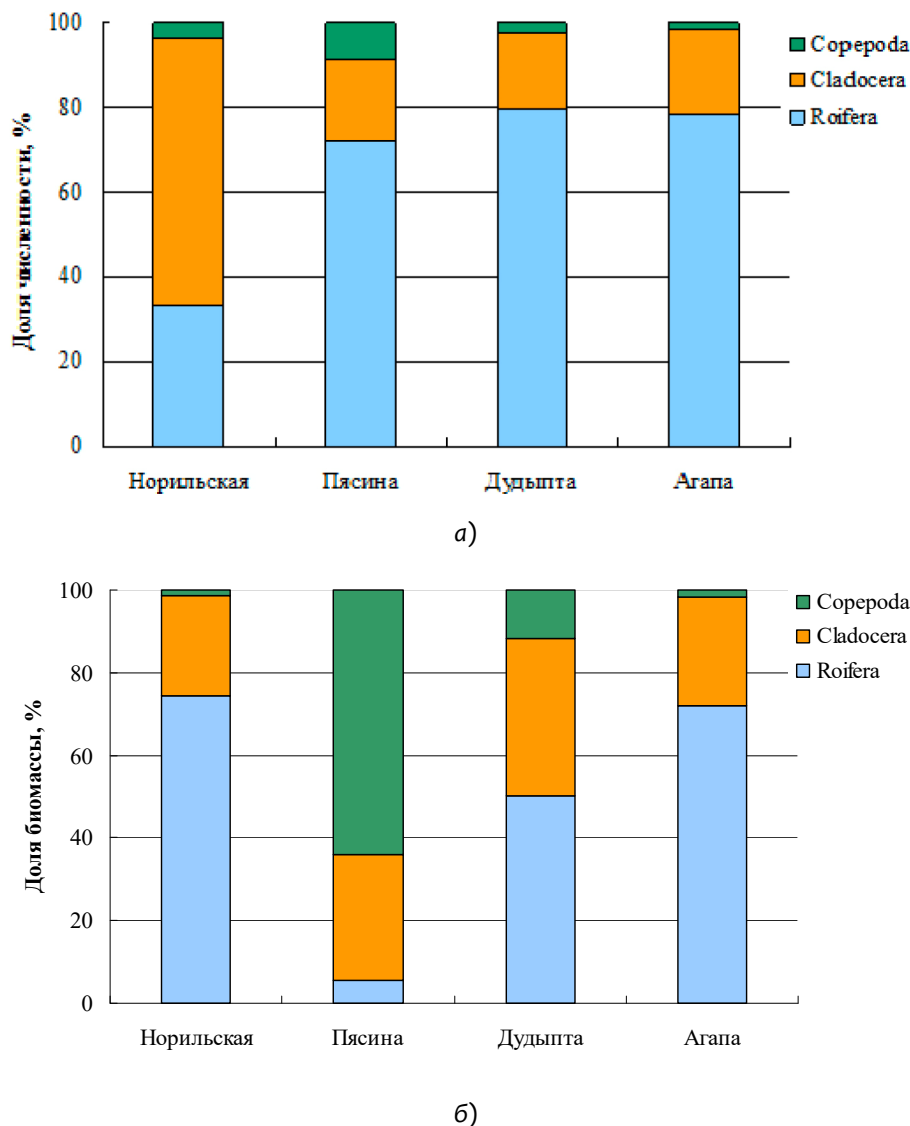


Рис. 2. Доля групп организмов по количественным характеристикам в водотоках бассейна р. Пясины, август, 2019 г.: а – численность; б – биомасса

Fig. 2. Percentage of zooplankton groups by quantitative characteristics in the rivers of the Pyasina river basin, August, 2019: a – abundance; б – biomass

Ветвистоусые рачки занимали доминирующее положение в сообществе зоопланктона р. Норильской – 63 % по общей численности (см. рис. 2). В районе среднего течения р. Пясины наблюдалось относительное увеличение численности кладоцер, связанное, вероятно, с биостокком из ее притоков (Дудыпта и Агапа), бассейн которых включает многочисленные озера, где развивается лимнофильный планктон. Наиболее часто встречались *Bosmina coregoni*, *Chydorus sphaericus* – обитают в пелагиали и среди водной растительности. В целом в р. Пяси́не, а также ее притоках – Дудыпта, Агапа – доля кладоцер варьирует незначительно.

Веслоногие рачки преобладали в верховьях р. Пясины, в притоках немногочисленно встречались неполовозрелые особи – науплии и копеподиты. Массово представлены типичные

северные виды – *Heterocope appendiculata* и *Limnocalanus macrurus* – озерные реликтовые рачки, холодолюбивые, чувствительные к загрязнению и антропогенному эвтрофированию. Доля копепод в р. Пяси́не в среднем достигала 9 и 64 % по численности и биомассе соответственно.

При сравнении фауны зоопланктона по коэффициенту Серенсена – Чекановского выявлено наибольшее сходство между реками Дудыптой и Агапой (табл. 2). Наименьшее значение коэффициента со всеми водотоками у р. Норильской, сообщество зоопланктона которой деградировало в результате антропогенного воздействия со стороны населенных пунктов Норильского района. Кроме того, озерность бассейна данной реки значительно ниже, чем у других исследованных рек, соответственно, биосток минимальный.

Таблица 2

Коэффициенты видового сходства Серенсена – Чекановского для сравнения фауны зоопланктона рек бассейна р. Пясины, август, 2019 г.

Table 2

The Sørensen – Dice coefficient of zooplankton of rivers of the Pyasina river basin, August, 2019

Реки	Норильская	Пясины	Дудыпта
Норильская	–	–	–
Пясины	0,15	–	–
Дудыпта	0,30	0,48	–
Агапа	0,33	0,38	0,79

Численность и биомасса организмов варьировали в зависимости от водотока в пределах 0,20–24,08 тыс. экз./м³ и 4,64–77,29 мг/м³ соответственно (табл. 3). Наиболее развит зоопланктон в р. Агапе, за счет организмов, развивающихся в озерах. Низкие показатели – в р. Норильской, по причине того, что точки

отбора проб выбраны рядом с п. Валек и в устье, куда крупный лимнофильный зоопланктон из озер Мелкого, Лама не попадает по естественным причинам, так как расстояние от указанных озер до точек отбора зоопланктона составляет порядка 60–90 км.

Таблица 3

Количественные характеристики сообществ зоопланктона некоторых рек бассейна р. Пясины, август, 2019 г.

Table 3

Quantitative characteristics of zooplankton in some rivers of the Pyasina river basin, August, 2019

Показатель	Норильская	Пясины	Дудыпта	Агапа
Численность, тыс. экз./м ³	0,20	4,70	1,85	24,08
Биомасса, мг/м ³	6,45	29,71	4,64	77,29

По количественным характеристикам зоопланктона реки бассейна р. Пясины характеризуются как малокормные [27].

При оценке степени загрязненности вод органическим веществом наиболее известен метод индикаторных сапробных организмов. Определенный набор организмов характеризует состав экосистемы и тем самым оказывается индикатором условий, формирующих в течение длительного предшествующего времени ее облик.

По наличию индикаторных организмов в каждом водном объекте определили качество воды. Так, в р. Пясины средняя по всем станциям сапробность по индикаторным организмам зоопланктона составила 1,54, в р. Дудыпте – 1,61, в р. Агапе – 1,60. Данные показатели индекса характеризовали воду как «слабо загрязненную», соответствующую II классу. Установить качество воды в р. Норильской не представлялось возможным из-за низкого количества индикаторных видов.

Заключение

Впервые получена качественная и количественная характеристика зоопланктона рек Но-

рильской, Дудыпты, Агапы и дополнена информация по р. Пясины.

В исследованных реках бассейна Карского моря в 2018–2019 гг. выявили следующий таксономический состав зоопланктона: *Rotifera* – 22 вида, *Cladocera* – 13 видов, *Copepoda* – 8 видов. По показателям развития сообщества характеризуются как малокормные: численность и биомасса варьировали в пределах 0,20–24,08 тыс. экз./м³ и 4,64–77,29 мг/м³ соответственно. По видовому разнообразию выделяется р. Пясины, поскольку является артерией бассейна, куда попадает биосток с притоков. По количественным характеристикам относительно богата р. Агапа, зоопланктон которой состоит из преимущественно лимнофильных видов. Р. Норильская, находящаяся под антропогенным воздействием, бедна как в качественном, так и в количественном аспекте относительно других изученных рек.

Оценка качества воды в 2019 г. показала слабое загрязнение в р. Пясины, Дудыпте и Агапе, в то время как в р. Норильской провести сапробиологический анализ не удалось из-за отсутствия среди зоопланктеров индикаторных видов.

Список литературы

1. Грезе В. Н. Планктон реки Пясины // Зоологический журнал. 1942. Т. 11. С. 136–140.
2. Форина Ю. Ю., Еремина М. В., Заделенов В. А., Мошкин Н. В. Кормовые ресурсы р. Пясины // ТетраАрктика-2019: Биологические ресурсы и рациональное природопользование : тезисы V Всероссийской научно-практической конференции. Норильск, 2019. С. 101–105.
3. Форина Ю. Ю., Заделенов В. А. Видовой состав мезозoopланктона р. Пясины // XII Съезд Гидробиологического общества при РАН : тезисы докл. (г. Петрозаводск, 16 сентября – 20 сентября 2019 г.). Петрозаводск, 2019. С. 501–502.
4. Форина Ю. Ю., Еремина М. В., Мошкин Н. В. Видовой состав zoопланктона и зообентоса р. Пясины и Пясинского залива // Инновационные тенденции развития Российской науки. Красноярск, 2019. С. 89–92.
5. Форина Ю. Ю., Еремина М. В., Заделенов В. А. Кормовая база и промысел рыбы в бассейне реки Пясины // Ресурсы дичи и рыбы: использование и воспроизводство : тезисы доклада I Всероссийской (национальной) научно-практической конференции / отв. за вып. Л. П. Владышевская ; Краснояр. гос. аграр. ун-т. Красноярск, 2020. С. 156–162.
6. Форина Ю. Ю., Еремина М. В., Заделенов В. А. Современное состояние сообществ гидробионтов реки Пясины // Вестник рыбохозяйственной науки. 2020. Т. 7, № 25. С. 32–44.
7. Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация zoопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука, 1996. 189 с.
8. Крылов А. В. Зоопланктон равнинных малых рек. М. : Наука, 2005. 263 с.
9. Заславская М. Б., Лапина Е. С. Техногенная трансформация химического состава водных объектов Норильского гидрологического района // Вестник Московского университета. Сер. 5, География. 2008. № 3. С. 13–18.
10. Румянцева Е. В. Многолетняя изменчивость качества поверхностных вод верхней части водосборного бассейна р. Пясины в условиях антропогенного воздействия // Водная среда и природно-территориальные комплексы: исследование, использование и охрана : материалы IV Школы-конференции молодых ученых с международным участием. Петрозаводск : Карельский научный центр РАН, 2011. С. 74–79.
11. Заделенов В. А., Дубовская О. П., Бажина Л. В. [и др.]. Новые сведения о биоте некоторых озер западной части плато Путорана // Журнал Сибирского федерального университета. Биология. 2017. Т. 10, № 1. С. 87–105.
12. Zubareva O. N., Skripal'shchikova L. N., Greshilova N. V., Kharuk V. I. Zoning of Landscapes Exposed to Technogenic Emissions from the Norilsk Mining and Smelting Works // Journal of Ecology. 2003. Vol. 34, № 6. P. 375–380.
13. Ресурсы поверхностных вод СССР. Гидрологическая изученность. Ангаро-Енисейский район. Енисей. Л. : Гидрометеиздат, 1967. Т. 16, вып. 1. 823 с.
14. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция / под ред. Г. Г. Винберга, Г. М. Лаврентьевой. Л. : ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
15. Кононова О. Н., Фефилова Е. Б. Методическое руководство по определению размерно-весовых характеристик организмов zoопланктона европейского севера России / отв. ред. А. Г. Татаринев. Сыктывкар : ИБ Коми НЦ УрО РАН, 2018. 152 с.
16. Рылов В. М. Фауна СССР. Ракообразные. М. ; Л. : АН СССР, 1948. Т. 3, вып. 3. 318 с.
17. Мануйлова Е. Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М. ; Л. : Наука, 1964. 328 с.
18. Кутикова Л. А. Колероватки фауны СССР (Rotatoria). Л. : Наука, 1970. 744 с.
19. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Л. : Гидрометеиздат, 1977. 510 с.
20. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Том 2. Ракообразные / под ред. С. Я. Цалолихина. СПб. : Зоологический институт РАН, 1995. 628 с.
21. Sorensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of vegetation on Danish common // Kongelige Danske videnskaberne selskab. Biologiske Skrifter. 1948. Bd. 5, № 4. P. 1–34.
22. Sladeček V. System of water quality from biological point of view // Ergebnisse Limnologie. Arch. Hydrobiol. 1973. Bd. 7. P. 1–218.
23. Зуева Н. В., Алексеев Д. К., Куличенко А. Ю. [и др.]. Биоиндикация и биотестирование в пресноводных экосистемах : учеб. пособие. СПб. : РГГМУ, 2019. 140 с.
24. Унифицированные методы исследования качества вод. Часть III. Методы биологического анализа вод. М., 1990. 120 с.
25. Wegl R. Index fur die Limnosaprobität // Beitrage zur Gewasserforschung. 1983. Bd. 26. P. 127–173.
26. РД 52.24.309-2011. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Ростов н/Д., 2011. 109 с.
27. Пидгайко М. Л., Александров Б. А., Иоффе Ц. И., Салазкин А. А. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов Северо-Запада СССР // Известия ГосНИОРХ. 1965. Т. 67. С. 205–225.

References

1. Greze V.N. Plankton of the Pyasina River. *Zoologicheskii zhurnal* = Zoological journal. 1942;11:136–140. (In Russ.)
2. Forina Yu.Yu., Eremina M.V., Zadelenov V.A., Moshkin N.V. Food resources of the Pyasina river. *TerraArktika-2019: Biologicheskie resursy i ratsional'noe prirodopol'zovanie: tezisy V Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii* = TerraArctic-2019: Biological resources and rational nature management: proceedings of 5th All-Russian Scientific and Practical Conference. Noril'sk, 2019:101–105. (In Russ.)
3. Forina Yu.Yu., Zadelenov V.A. Species composition of mesozooplankton of the Pyasina river. *XII S"ezd Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN: tezisy dokl. (g. Petrozavodsk, 16 sentyabrya – 20 sentyabrya 2019 g.)* = 12th meeting of the Hydrobiological Society at the Russian Academy of Sciences: proceedings (Petrozavodsk, September 16 – September 20, 2019). Petrozavodsk, 2019:501–502. (In Russ.)
4. Forina Yu.Yu., Eremina M.V., Moshkin N.V. Species composition of zooplankton and zoobenthos of the Pyasina River and Pyasinsky Bay. *Innovatsionnye tendentsii razvitiya Rossiyskoy nauki* = Innovative trends in the development of Russian science. Krasnoyarsk, 2019:89–92. (In Russ.)
5. Forina Yu.Yu., Eremina M.V., Zadelenov V.A. Food supply and fishery in the Pyasina river basin. *Resursy dichi i ryby: ispol'zovanie i vosproizvodstvo: tezisy doklada I Vserossiyskoy (natsional'noy) nauchno-prakticheskoy konferentsii / otv. za vyp. L. P. Vladyshevskaya ; Krasnoyarsk. gos. agrar. un-t* = Resources of the wild game and fish: use and reproduction: proceedings of the 1st All-Russian (national) scientific and practical conference / ed. by L.P. Vladyshevskaya: Krasnoyarsk State Agrarian University. Krasnoyarsk, 2020:156–162. (In Russ.)
6. Forina Yu.Yu., Eremina M.V., Zadelenov V.A. Current state of hydrobiont communities in the Pyasina River. *Vestnik rybokhozyaystvennoy nauki* = Bulletin of fisheries studies. 2020;7(25):32–44. (In Russ.)
7. Andronikova I.N. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov* = Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types. Saint Petersburg: Nauka, 1996:189. (In Russ.)
8. Krylov A.V. *Zooplankton ravninnykh malyykh rek* = Zooplankton of lowland small rivers. Moscow: Nauka, 2005:263. (In Russ.)
9. Zaslavskaya M.B., Lapina E.S. Technogenic transformation of the chemical composition of water objects in the Norilsk hydrological region. *Vestnik Moskovskogo universiteta. Ser. 5, Geografiya* = Bulletin of Moscow University. Series 5, Geography. 2008;(3):13–18. (In Russ.)
10. Rummyantseva E.V. Long-term variability of surface water quality in the upper part of the catchment area of the Pyasina river under anthropogenic impact. *Vodnaya sreda i prirodno-territorial'nye komplekсы: issledovanie, ispol'zovanie i okhrana: materialy IV Shkoly-konferentsii molodykh uchennykh s mezhdunarodnym uchastiem* = Aquatic environment and natural-territorial complexes: research, use and protection: proceedings of the 4th School-Conference for young researchers with international participation. Petrozavodsk: Karelskiy nauchnyy tsentr RAN, 2011:74–79. (In Russ.)
11. Zadelenov V.A., Dubovskaya O.P., Bazhina L.V. et al. New data on the biota of some lakes in the western part of the Putorana Plateau. *Zhurnal Sibirskogo federal'nogo universiteta. Biologiya* = Journal of the Siberian Federal University. Biology. 2017;10(1):87–105. (In Russ.)
12. Zubareva O.N., Skripal'shchikova L.N., Greshilova N.V., Kharuk V.I. Zoning of Landscapes Exposed to Technogenic Emissions from the Norilsk Mining and Smelting Works. *Journal of Ecology*. 2003;34(6):375–380.
13. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Gidrologicheskaya izuchennost'. Angaro-Eniseyskiy rayon. Enisey* = Resources of surface waters of the USSR. Hydrological knowledge. Angara-Yenisei region. Yenisei. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1967;16(1):823. (In Russ.)
14. Vinberg G.G., Lavrent'eva G.M. (eds.). *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiya* = Guidelines for collecting and processing materials for hydrobiological studies on freshwater reservoirs. Zooplankton and its products. Leningrad: GosNIORKh, 1982:33. (In Russ.)
15. Kononova O.N., Fefilova E.B. *Metodicheskoe rukovodstvo po opredeleniyu razmerno-vesovykh kharakteristik organizmov zooplanktona evropeyskogo severa Rossii* = Methodological Guidelines for determining size and weight characteristics of zooplankton organisms in the European North of Russia. Syktyvkar: IB Komi NTs UrO RAN, 2018:152. (In Russ.)
16. Rylov V.M. *Fauna SSSR. Rakoobraznye* = Fauna of the USSR. Crustaceans. Moscow; Leningrad: AN SSSR, 1948;3(3):318. (In Russ.)
17. Manuylova E.F. *Vetvistosyie rachki (Cladocera) fauny SSSR* = Cladocerans (*Cladocera*) of the USSR fauna. Moscow; Leningrad: Nauka, 1964:328. (In Russ.)
18. Kutikova L.A. *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria)* = Rotifers of the fauna of the USSR (*Rotatoria*). Leningrad: Nauka, 1970:744. (In Russ.)
19. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Evropeyskoy chasti SSSR* = Field guide to freshwater invertebrates of the European part of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977:510. (In Russ.)
20. Tsalolikhin S.Ya. (ed.). *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territoriy. Tom 2. Rakoobraznye* = Field guide to freshwater invertebrates in Russia and adjacent territories. Volume 2. Crustaceans. Saint Petersburg: Zoologicheskii institut RAN, 1995:628. (In Russ.)

21. Sorensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of vegetation on Danish common. *Kongelige Danske videnskabernes selskab. Biologiske Skrifter*. 1948;5(4):1–34.
22. Sladečec V. System of water quality from biological point of view. *Ergebnisse Limnologie. Arch. Hydrobiol.* 1973;7:1–218.
23. Zueva N.V., Alekseev D.K., Kulichenko A.Yu. et al. *Bioindikatsiya i biotestirovanie v presnovodnykh ekosistemakh: ucheb. posobie* = Bioindication and biotesting in freshwater ecosystems: textbook. Saint Petersburg: RGGMU, 2019:140. (In Russ.)
24. *Unifitsirovannye metody issledovaniya kachestva vod. Chast' III. Metody biologicheskogo analiza vod* = Unified methods for studying water quality. Part 3. Water biological analysis methods. Moscow, 1990:120. (In Russ.)
25. Wegl R. Index für die Limnosaprobitat. *Beitrage zur Gewässerforschung*. 1983;26:127–173.
26. *RD 52.24.309-2011. Organizatsiya i provedenie rezhimnykh nablyudeniy za sostoyaniem i zagryazneniem poverkhnostnykh vod sushi* = Organization and conduct of routine observations of the state and pollution of land surface waters. Rostov-on-Don, 2011:109. (In Russ.)
27. Pidgayko M.L., Aleksandrov B.A., Ioffe Ts.I., Salazkin A.A. Brief biological and production characteristics of water bodies in the North-West of the USSR. *Izvestiya GosNIORKh* = Bulletin of State Research Institute of Lake and River Fisheries. 1965;67:205–225. (In Russ.)