

Водные биоресурсы и среда обитания
2023, том 6, номер 3, с. 66–74
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online



Aquatic Bioresources & Environment
2023, vol. 6, no. 3, pp. 66–74
<http://journal.azniirkh.ru>, www.azniirkh.ru
ISSN 2618-8147 print, ISSN 2619-1024 online

УДК 574

https://doi.org/10.47921/2619-1024_2023_6_3_66

EDN: ИОАМС



ГИДРОБИОЛОГИЧЕСКИЕ СООБЩЕСТВА СРЕДНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ЛЕНЫ

Л. И. Сидорова, Е. С. Горохова, Й. Н. Колодезникова

*Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии,
Якутский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («ЯкутскНИРО»), Якутск 677018, Россия
E-mail: kuzmina_lena_in@inbox.ru*

Аннотация. Участок исследования расположен на территории городского округа г. Якутск и испытывает высокую антропогенную нагрузку. Строительство мостового перехода через среднее течение реки Лены имеет важное значение для транспортной доступности, но окажет негативное воздействие на водные биоресурсы и среду их обитания. Ранее на этом участке реки исследования не проводились, поэтому их результаты отразят современное состояние водных биоресурсов и среды их обитания. Данный фактор определил цель исследования: мониторинг состояния гидробионтов на локальном участке среднего течения Лены. Гидрохимический анализ воды был проведен в лаборатории Республиканского информационно-аналитического центра экологического мониторинга (ГБУ «РИАЦЭМ»), отбор и камеральная обработка проб зоопланктона и зообентоса проходили по общепринятым методикам. Гидрохимический состав и газовый режим воды на локальном участке среднего течения Лены в районе мостового перехода благоприятен для развития биологической жизни. Зоопланктон представлен 54 видами, более половины из которых составляли коловратки (52 %). Средняя его биомасса в весенне-летний период составила 1,135 г/м³, в осенне-зимний — 0,057 г/м³, среднегодовая величина — 0,238 г/м³. В биомассе существенную роль играют ракообразные, а основу численности составляют коловратки. Организмы зообентоса представлены 9 группами; круглогодично доминируют олигохеты и личинки хирономид. Средняя биомасса зообентоса прибрежной части составила 37,41 г/м², придаточной системы — 174,84 г/м² и русла — 3,52 г/м². В результате исследования выявили, что качественный состав и количественные показатели беспозвоночных позволяют говорить о благополучном состоянии среды их обитания.

Ключевые слова: река Лена, экология, зоопланктон, зообентос

HYDROBIOLOGICAL COMMUNITIES OF THE MIDDLE REACHES OF THE LENA RIVER

L. I. Sidorova, E. S. Gorokhova, Y. N. Kolodeznikova

*Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
Yakutsk Branch of the FSBSI "VNIRO" ("YakutskNIRO"), Yakutsk 677018, Russia*

E-mail: kuzmina_lena_in@inbox.ru

Abstract. The investigated site is located within the area of the Yakutsk Urban District and subjected to a high anthropogenic load. The construction of a bridge over the Lena River at its middle reaches is crucial for transport accessibility but will have a negative impact on aquatic bioresources and their habitat. Previously, this section of the river has not been studied, so the results will be indicative of the current state of aquatic biological resources and their habitat. This factor determined the aim of this study: the status assessment of the hydrobionts inhabiting a localized area in the middle reaches of the Lena River. The hydrochemical analysis of water samples has been carried out in the laboratory of the Republican Center for Information, Analysis and Environmental Monitoring (State Budgetary Institution "RIATSEM"); collection and laboratory processing of zooplankton and zoobenthos samples have been conducted according to generally accepted methods. The hydrochemical composition and dissolved gases of the aquatic environment in the localized section of the Middle Lena River in the vicinity of the bridge crossing are favorable for the development of organic life. Zooplankton is represented by 54 species, more than a half of which is comprised by rotifers (52 %). The average biomass of zooplankton in the spring and summer seasons was 1.135 g/m³; in the autumn and winter seasons it was 0.057 g/m³, and the average annual value was 0.238 g/m³. Crustaceans have the highest share in the biomass, and rotifers are the most abundant. Zoobenthic organisms are represented by 9 groups; oligochaetes and chironomid larvae prevail throughout the year. The average biomass of the zoobenthos in the area along the shore was 37.41 g/m²; in the auxiliary streams it was 174.84 g/m², and in the main course it was 3.52 g/m². Following the results of this study, the qualitative and quantitative characteristics of the invertebrates have been found to be indicative of a favorable state of their habitat.

Keywords: Lena River, ecology, zooplankton, zoobenthos

ВВЕДЕНИЕ

Среднее течение реки Лены имеет протяженность 1612 км и испытывает высокую антропогенную нагрузку вследствие многочисленности прилегающих населенных пунктов (где проживает около 860 тыс. человек), а также активного развития горнодобывающей и транспортной промышленности. В наибольшей степени это проявляется в долине Туймаада, где расположен г. Якутск с крупными пригородными поселками [1]. Ежегодно усиливающаяся дегенерация реки ведет к гибели гидробионтов и сокращению их численности.

Строительство мостового перехода через Лену в среднем ее течении (1527 км от устья реки) (рис. 1), начавшееся в мае 2021 г. и сопровождающееся нарушением поймы и русла реки, усугубит негативное воздействие на водную биоту.

Ранее исследования кормовой базы на этом участке реки не проводились, что и определило цель исследования: мониторинг состояния гидробионтов на локальном участке среднего течения Лены.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Гидрохимический состав воды р. Лены приведен по данным ГБУ «Республиканский информационно-аналитический центр экологического мониторинга» за 2021 г. в районе г. Якутск (в 29 км ниже по реке от места строительства моста).

Изучение кормовой базы (зоопланктон, зообентос) проводилось круглогодично в 2020–2021 гг. (19 полевых выездов) на участке реки протяженностью 100 км (от п. Жатай до г. Покровск).

Сбор и обработка материала по зоопланктону (37 проб) и зообентосу (23 пробы) выполнялись на 15 станциях по общепринятым методикам [2–4]. Станции отбора проб расположены по левому и правому берегам реки, включая прибрежные и приточные системы. Пробы зоопланктона отбирались процеживанием 100 л воды через сеть Апштейна (мельничный газ № 72), зообентоса — скребком и дночерпателем Петерсена, после чего фиксировались 75%-ным этиловым спиртом. Для оценки качества воды использовался метод сапробных индикаторов Пантле, Букка [5] и Гуднайта, Уитли [6].



Рис. 1. Схема расположения мостового перехода через р. Лену с подходами

Fig. 1. Layout of the bridge over the Lena River with its approaches

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В составе воды р. Лены в районе г. Якутск отмечены повышенные концентрации фенолов (до $3,1 \text{ мг/дм}^3$), ионов аммония (до 16 мг/дм^3), нитритов (до $1,3 \text{ мг/дм}^3$) и тяжелых металлов: железа (до $2,1 \text{ мг/дм}^3$), марганца (до $1,7 \text{ мг/дм}^3$), меди (до $5,1 \text{ мг/дм}^3$). Концентрация взвешенных веществ (в сухом остатке) — 119 мг/дм^3 . Содержание в воде кислорода в открытый период составляет $8\text{--}14 \text{ мг/л}$ при среднем значении $10,3 \text{ мг/л}$ (95 % насыщения), зимой — $8,6 \text{ мг/л}$ (60 % насыщения). В целом, гидрохимический состав и газовый режим воды Лены благоприятен для развития биологической жизни.

Зоопланктон представлен 54 видами, более половины из которых составляли коловратки (52 %) (табл. 1).

В период открытой воды по количественным показателям доминируют веслоногие ракообразные (Copepoda), на чью долю приходится наибольшая биомасса и продукция зоопланктона. Зимой в пробах преобладали коловратки, что отразилось на снижении общих количественных показателей зоопланктона (рис. 2).

Численность и биомасса организмов зоопланктона колебались в широких пределах, достигая максимума весной в придаточной системе — 71200 экз./м^3 при $5,282 \text{ г/м}^3$, а минимума осенью в

Таблица 1. Фаунистический состав зоопланктона исследованного участка р. Лены

Table 1. Faunistic composition of zooplankton in the investigated section of the Lena River

№ No.	Таксоны Taxa	Период отбора проб Time range of sampling			
		Март–апрель March–April 2020	Июнь June 2020	Июль–август July–August 2020	Сентябрь–октябрь September–October 2020
1	2	3	4	5	6
Класс / Class ROTIFERA Cuvier, 1798					
Отряд / Order BDELLOIDEA Hudson, 1884					
Семейство / Family Philodinidae Bryce, 1910					
Род / Genus Rotaria Scopoli, 1777					
1	<i>R. rotatoria</i> (Pallas, 1766)	–	–	+	–
Отряд / Order PROTORAMIDA Markevich, 1990					
Семейство / Family Filinidae Bartos, 1959					
Род / Genus Filinia Bory de St. Vincent, 1824					
2	<i>F. terminalis</i> (Plate, 1886)	+	+	+	–
Отряд / Order SAEPTIRAMIDA Markevich, 1990					
Семейство / Family Notommatidae Remane, 1933					
Род / Genus Cephalodella Bory de St. Vincent, 1826					
3	<i>C. catellina</i> (O.F. Müller, 1786)	+	+	+	–
4	<i>C. ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	–	+	–	–
5	<i>C. gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	–	–
Семейство / Family Synchaetidae Remane, 1933					
Род / Genus Synchaeta Ehrenberg, 1832					
6	<i>S. oblonga</i> Ehrenberg, 1831	–	+	+	–
7	<i>S. grandis</i> (Zacharias, 1893)	–	+	–	+
8	<i>S. sp.</i>	–	–	–	+
Род / Genus Polyarthra Ehrenberg, 1834					
9	<i>P. remata</i> Skorikov, 1896	–	–	–	+
10	<i>P. vulgaris</i> Carlin, 1943	–	+	–	–
11	<i>P. sp.</i>	–	+	–	–
Семейство / Family Ploesomidae Markevich, 1990					
Род / Genus Ploesoma Herrick, 1885					
12	<i>P. truncatum</i> (Levander, 1894)	–	+	+	+
Отряд / Order SALTIRAMIDA Markevich, 1990					
Семейство / Family Asplanchnidae Haring et Myers, 1926					
Род / Genus Asplanchna Gosse, 1850					
13	<i>A. priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+
Отряд / Order TRANSVERSIRAMIDA Markevich, 1990					
Семейство / Family Lecanidae Bartos, 1959					
Род / Genus Lecane Nitzsch, 1827					
14	<i>L. (M.) scutata</i> (Haring et Myers, 1926)	–	+	–	–
15	<i>L. (s. str.) luna</i> O.F. Müller, 1776	–	–	+	–
16	<i>L. (m.) sp.</i>	+	–	+	–
17	<i>L. sp.</i>	–	+	–	–

Таблица 1 (продолжение)

Table 1 (continued)

1	2	3	4	5	6
Семейство / Family Trichotriidae Bartos, 1959					
Род / Genus <i>Trichotria</i> Bory de St. Vincent, 1827					
18	<i>T. pocillum</i> (O.F. Müller, 1776)	–	+	+	–
19	<i>T. tetractis</i> (Ehrenberg, 1830)	–	–	–	+
20	<i>T. truncata</i> (Whitelegge, 1889)	–	–	+	–
Семейство / Family Brachionidae Wesenberg-Lund, 1899					
Род / Genus <i>Brachionus</i> Pallas, 1766					
21	<i>B. quadridentatus</i> Hermann, 1783	–	+	+	–
22	<i>B. calyciflorus</i> Pallas, 1766	–	–	+	–
Род / Genus <i>Keratella</i> Bory de St. Vincent, 1822					
23	<i>K. cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+
24	<i>K. quadrata</i> (O.F. Müller, 1786)	+	+	+	+
Род / Genus <i>Kellicottia</i> Ahlstrom, 1938					
25	<i>K. longispina</i> (Kellicott, 1879)	+	+	–	–
Род / Genus <i>Notholca</i> Gosse, 1886					
26	<i>N. acuminata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	–	–
27	<i>N. caudata</i> Carlin, 1943	–	+	–	–
28	<i>N. cinetura</i> Skorikov, 1914	+	–	–	–
Класс / Class BRANCHIOPODA Latreille, 1816					
Отряд / Order ANOMOPODA G.O. Sars, 1865					
Семейство / Family Daphniidae Straus, 1820					
Род / Genus <i>Daphnia</i> O.F. Müller, 1785					
29	<i>D. (Daphnia) longiremis</i> G.O. Sars, 1861	+	+	+	–
30	<i>D. (Daphnia) longispina</i> O.F. Müller, 1785	–	–	+	–
31	<i>D. (Daphnia) cucullata</i> G.O. Sars, 1862	–	+	–	–
Род / Genus <i>Ceriodaphnia</i> Dana, 1853					
32	<i>C. quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785)	–	+	+	–
Семейство / Family Eurycercidae Kurz, 1875					
Род / Genus <i>Eurycercus</i> Baird, 1843					
33	<i>Eurycercus</i> sp.	–	–	+	–
34	<i>E. (Eurycercus) lamellatus</i> (O.F. Müller, 1785)	–	+	–	–
Семейство / Family Chydoridae Stebbing, 1902					
Род / Genus <i>Chydorus</i> Leach, 1816					
35	<i>Ch. sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	+
Род / Genus <i>Alona</i> Baird, 1843					
36	<i>A. rectangula</i> G.O. Sars, 1862	+	–	+	–
Род / Genus <i>Acroperus</i> Baird, 1843, emend. N.N. Smirnov, 1966					
37	<i>A. harpae</i> (Baird, 1834)	–	+	+	–
Род / Genus <i>Leydigia</i> Kurz, 1875					
38	<i>L. acanthocercoides</i> (Fischer, 1854)	+	–	–	–
Семейство / Family Bosminidae Baird, 1845					
Род / Genus <i>Bosminopsis</i> Richard, 1895					
39	<i>B. deitersi</i> Richard, 1895	–	–	+	–

Таблица 1 (окончание)

Table 1 (finished)

1	2	3	4	5	6
Род / Genus <i>Bosmina</i> Baird, 1850					
40	<i>B. (B.) longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	+
41	<i>B. longispina</i> Leydig, 1860	–	+	+	+
Семейство / Family Moinidae Goulden, 1968					
Род / Genus <i>Moina</i> Baird, 1850					
42	<i>M. macrocopa</i> (Straus, 1820)	–	+	–	–
Отряд / Order НАРЛОПОДА G.O. Sars, 1865					
Семейство / Family Leptodoridae Lilljeborg, 1861					
Род / Genus <i>Leptodora</i> Lilljeborg, 1861					
43	<i>L. kindtii</i> (Focke, 1844)	–	+	–	–
Отряд / Order ОНЫХОПОДА G.O. Sars, 1865					
Семейство / Family Polyphemidae Baird, 1845					
Род / Genus <i>Polyphemus</i> O.F. Müller, 1785					
44	<i>P. pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	–	+	–	–
Класс / Class MAXILLOПОДА Dahl, 1956					
Отряд / Order CYCLOПОИДА Burmeister, 1834					
Семейство / Family Cyclopidae Dana, 1846					
Род / Genus <i>Diaicyclops</i> Kiefer, 1927					
45	<i>D. languidoides</i> (Lilljeborg, 1901) (s. lat.)	+	–	–	–
Род / Genus <i>Mesocyclops</i> G.O. Sars, 1914					
46	<i>M. leuckarti</i> (Claus, 1857)	–	+	+	–
Отряд / Order CALANOИДА G.O. Sars, 1903					
Семейство / Family Diaptomidae G.O. Sars, 1903					
Род / Genus <i>Eudiaptomus</i> Kiefer, 1932					
47	<i>E. graciloides</i> (Lilljeborg, 1888)	–	+	–	–
48	<i>E. vulgaris</i> (Schmeil, 1896)	–	–	+	–
49	<i>E. sp.</i>	–	–	–	+
50	Копеподиты Calanoida Calanoida copepodites	–	+	+	–
51	Копеподиты Cyclopoida Cyclopoida copepodites	+	+	+	+
52	Копеподиты Harpacticoida Harpacticoida copepodites	–	+	+	–
53	Науплии / Nauplii	+	+	+	+
Отряд / Order CONCHOСТРАСА Ellenberger, 1970					
54	<i>Lynceus sp.</i>	–	+	+	–

русле реки — 89 экз./м³ при 0,001 г/м³, в среднем 0,238 г/м³.

Фауна зоопланктона в притоках Лены менее разнообразна и включает 18 видов (р. Синяя) при численности 447 экз./м³ и биомассе 0,011 г/м³ [7].

Организмы зообентоса представлены олигохетами (Oligochaeta), моллюсками (Mollusca), водными жуками (Coleoptera), пауками (Arachnidae), клещами (Hydracarina), личинками веснянок (Plecoptera), поденок (Ephemeroptera), мокрецов

(Ceratopogonidae) и хирономид (Chironomidae). Во все сезоны года доминируют олигохеты и личинки хирономид (рис. 3).

Распределение донной фауны неравномерное и зависит главным образом от характера донных отложений. Наименьшая биомасса наблюдается в русле реки (биоценоз чистых песков) — 3,52 г/м², биомасса бентоса левобережья составляет 24,45 г/м², правобережья — 49,38 г/м². В протоках и курьях

биомасса бентоса достигает 174,84 г/м². Грунты на участке исследования в основном песчаные, песчано-илистые и илистые. Наименее продуктивен зообентос весной; летом, благодаря развитию личинок амфибиотических насекомых, показатели намного выше, осенью с понижением температуры показатели снижаются. Высокая концентрация организмов отмечена в местах с замедленным течением, хорошим прогревом воды и илистыми грунтами.

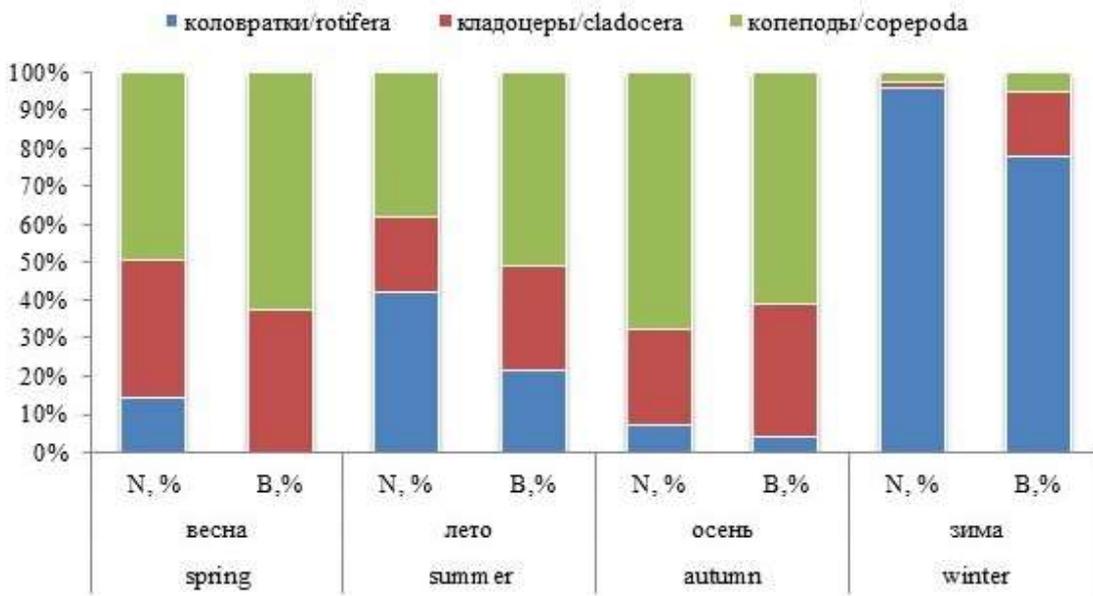


Рис. 2. Сезонная динамика основных групп зоопланктона
 Fig. 2. Seasonal dynamics of the main zooplankton groups

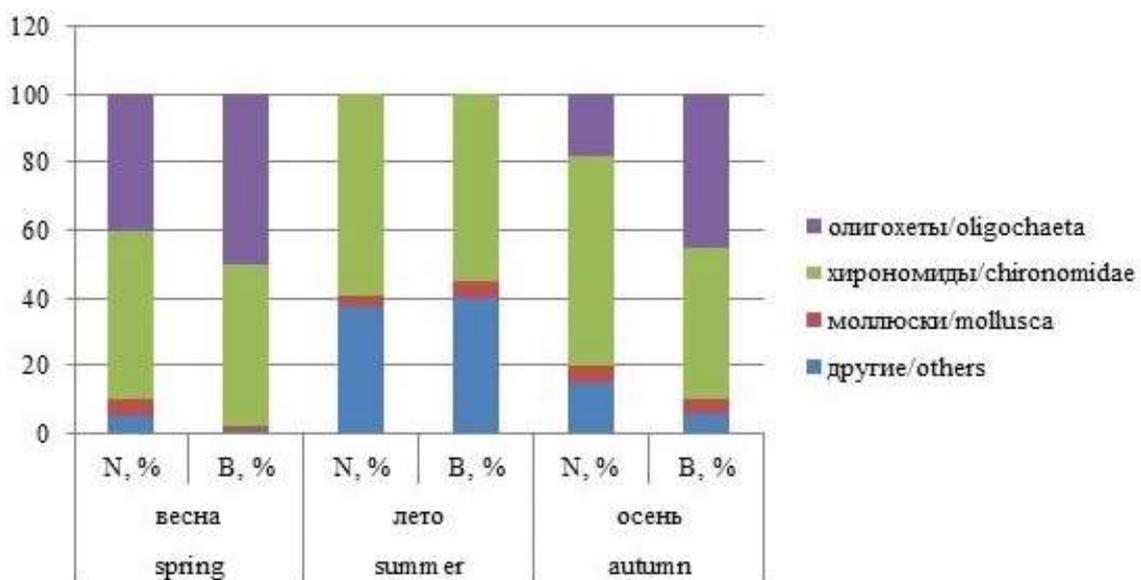


Рис. 3. Распределение доминирующих групп зообентоса
 Fig. 3. Distribution of the dominant groups of zoobenthos

По уровню загрязнения река в районе исследований относится ко 2-му классу — слабо загрязненная (табл. 2), что выражается в доминировании неполовозрелых копепод и низкой доле чувствительных к загрязнениям коловраток, обилии личинок хирономид и слабом развитии личинок поденок и веснянок, отсутствии двустворчатых моллюсков-фильтраторов.

По результатам изучения качественного состава зоопланктона и зообентоса выявлена степень загрязнения водотока [8].

Качественный состав и количественные показатели беспозвоночных позволяют говорить о благополучном состоянии исследованного участка реки, что не противоречит результатам ранее проведенных работ в среднем течении Лены [1].

Таблица 2. Уровень трофности по биотическим показателям

Table 2. Trophic level based on biotic parameters

№ No.	Показатель Parameter	Индекс Index
1	Сапробность по зоопланктону Saprobity based on zooplankton	1,6
2	Сапробность по зообентосу Saprobity based on zoobenthos	3,3
3	Индекс Шеннона (H_N) по зоопланктону Shannon Diversity Index (H_N) based on zooplankton	1,0–1,1
4	Олигохетный индекс Oligochaete Trophic Index	0,2
5	Биотический индекс Вудивисса Extended Biotic Index by Woodiwiss	12
6	Хирономидный индекс Балушкиной Balushkina Chironomid Index	0,2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зоопланктон представлен 54 видами, более половины из которых составляли коловратки (52 %). Средняя его биомасса в весенне-летний период составила 1,135 г/м³, в осенне-зимний — 0,057 г/м³, среднегодовая величина — 0,238 г/м³.

Организмы зообентоса представлены 9 группами; круглогодично доминируют олигохеты и

личинки хирономид. Средняя биомасса зообентоса прибрежной части составила 37,41 г/м², придаточной системы — 174,84 г/м² и русла — 3,52 г/м².

Качественный состав и количественные показатели беспозвоночных позволяют говорить о благополучном состоянии среды их обитания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Кириллов А.Ф., Ходулов В.В., Книжин И.Б., Венедиктов С.Ю., Иванов Е.В., Салова Т.А., Свердлов Т.В., Собакина И.Г., Соколова В.А., Соломонов Н.М., Ушницкая Л.А., Федорова Е.А., Шахтарин Д.В. Экологический мониторинг гидробионтов среднего течения реки Лены. Якутск: Изд-во Якутского научного центра Сибирского отделения Российской академии наук, 2009. 176 с.
2. 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.: Изд-во Государственного научно-исследовательского института озерного и речного рыбного хозяйства, 1982. 35 с.
3. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
4. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 2. Зообентос / Под ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2016. 457 с.
5. Pantle R., Buck H. Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserbach. 1955. Vol. 96, no. 18. Pp. 18–604.
6. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proceedings of the 15th Industrial Waste Conference (West Lafayette, 3–5 May, 1960). West Lafayette: Purdue University Publ., 1961. Vol. 45, no. 2. Pp. 139–142.
7. Кузьмина Л.И. Современные данные о зоопланктоне среднего течения реки Лены на территории Хангаласского района Республики Саха (Якутия) // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4, № 1 (13). С. 91–94.
8. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям: учебно-методическая разработка по курсу «Гидробиология» / Сост. О.Ю. Деревенская. Казань: Изд-во Казанского федерального университета, 2015. 44 с.

REFERENCES

1. Kirillov A.F., Khodulov V.V., Knizhin I.B., Venediktov S.Yu., Ivanov E.V., Salova T.A., Sverdlova T.V., Sobakina I.G., Sokolova V.A., Solomonov N.M.,

- Ushnitskaya L.A., Fedorova E.A., Shakhtarin D.V. Ekologicheskiy monitoring gidrobiontov srednego techeniya reki Leny [Ecological monitoring of hydrobionts of the middle stream of the Lena River]. Yakutsk: Yakutskiy nauchnyy tsentr Sibirskogo otdeleniya Rossiyskoy akademii nauk [Yakut Scientific Center of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences] Publ., 2009, 176 p. (In Russian).
2. Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiya [Methodological recommendations on collection and processing of samples for hydrobiological research in fresh waterbodies. Zooplankton and its production]. G.G. Vinberg, G.M. Lavrentyeva (Eds.). Leningrad: Gosudarstvennyy nauchno-issledovatel'skiy institut ozernogo i rechnogo rybnogo khozyaystva [State Research Institute on Lake and River Fisheries] Publ., 1982, 35 p. (In Russian).
 3. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 1. Zooplankton [Identification guide of zooplankton and zoobenthos of fresh waters of European Russia. Vol. 1. Zooplankton]. V.R. Alekseev, S.Ya. Tsalolikhin (Eds.). Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK [KMK Scientific Press], 2010, 495 p. (In Russian).
 4. Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 2. Zoobentos [Identification guide of zooplankton and zoobenthos of fresh waters of European Russia. Vol. 2. Zoobenthos]. V.R. Alekseev, S.Ya. Tsalolikhin (Eds.). Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK [KMK Scientific Press], 2016, 457 p. (In Russian).
 5. Pantle R., Buck H. Die Biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas- und Wasserbach*, 1955, vol. 96, no. 18, pp. 18–604.
 6. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution. In: *Proceedings of the 15th Industrial Waste Conference (West Lafayette, 3–5 May, 1960)*. West Lafayette: Purdue University Publ., 1961, vol. 45, no. 2, pp. 139–142.
 7. Kuzmina L.I. Sovremennye dannye o zooplanktone srednego techeniya reki Leny na territorii Khangalasskogo rayona Respubliki Sakha (Yakutiya) [Modern data on zooplankton of the middle reaches of the Lena River in the territory of the Khangalas District of the Republic of Sakha (Yakutia)]. *Vestnik rybokhozyaystvennoy nauki [Bulletin of Fisheries Science]*, 2017, vol. 4, no. 1 (13), pp. 91–94. (In Russian).
 8. Metody otsenki kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazatelyam: uchebno-metodicheskaya razrabotka po kursu “Gidrobiologiya” [Methods for assessing water quality by hydrobiological indicators: Educational and methodological study aid for the course “Hydrobiology”]. O.Yu. Derevenskaya (Ed.). Kazan: Kazanskiy federal'nyy universitet [Kazan Federal University] Publ., 2015, 44 p. (In Russian).

Поступила 22.08.2022

Принята к печати 28.07.2023