

Зообентос дельты реки Северная Двина

© 2021. М. А. Студёнова, специалист, И. И. Студёнов, к. б. н., в. н. с.,
 Д. В. Чупов, специалист, А. С. Самодов, специалист,
 Полярный филиал Всероссийского научно-исследовательского института
 рыбного хозяйства и океанографии,
 163002, Россия, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17,
 e-mail: Studenov@pinro.ru, Studenova@pinro.ru

На 5 основных рукавах и протоках дельты р. Северная Двина с 2012 г. начаты комплексные исследования зообентоса. В 2012–2018 гг. в составе зообентоса было обнаружено 20 таксонов, относящихся к 6 типам и 11 классам беспозвоночных. Среднее значение индекса Шеннона по зообентосу дельты р. Северная Двина составило 1,21, изменяясь от 0,70 до 1,84. Численность беспозвоночных за годы наблюдений варьировала от 640 экз./м² до 16573 экз./м², составив в среднем 5704 экз./м². Основу численности формировали малощетинковые черви, личинки комаров-звонцов. Биомасса беспозвоночных в дельте р. Северная Двина за годы наблюдений варьировала от 0,29 до 25,3 г/м², составив в среднем по всем станциям за все годы наблюдений 6,21 г/м². Основу биомассы формировали малощетинковые черви, их доля в формировании общей биомассы достигала 94,6%. Определён средний олигохетный индекс, который по всем районам за период наблюдений составил 57,8%. По значениям олигохетного индекса дельта р. Северная Двина классифицируется как умеренно загрязнённая.

Ключевые слова: Северная Двина, зообентос, состав, численность, биомасса.

Zoobenthos of the Severnaya Dvina River delta

© 2021. M. A. Studenova ORCID: 0000-0001-5778-490X, I. I. Studenov ORCID: 0000-0002-0826-2537,
 D. V. Chupov ORCID: 0000-0001-6196-5744, A. S. Samodov ORCID: 0000-0002-6921-9946,
 Polar branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography,
 17, Uritskogo St., Arkhangelsk, Russia, 163002,
 e-mail: Studenov@pinro.ru, Studenova@pinro.ru

Systematic studies of zoobenthos at the delta of the Severnaya Dvina river begun in 2012. This study contains the most complete information about the taxonomic composition of zoobenthos of the area, the number and frequency of taxons, the number and biomass of each of the taxa. Twenty taxons belonging to 6 types and 11 classes of invertebrates were found in zoobenthos during the whole period of research (2012–2018). The average number of taxons per 1 station during the entire research period was 9, ranging from 5 in the Korabel'ny arm to 16 in the Murmansk arm. Oligochaetes, bivalvia, and chironomidae larvae were found in samples at all stations each year. Isopoda, stoneflies larvae and beetle larvae were found with lowest occurrence rate. Average value of Shannon's zoobenthos index at the delta of the Severnaya Dvina river was 1.21, varying from 0.70 (Maimaxa and Kuznechikha branches) to 1.84 (Murmansk arm). The number of invertebrates over the years varied very widely – from 640 spec./m² (Korabel'ny arm, 2018) up to 16573 spec./m² (Murmansk arm, 2014), averaging 5704 spec./m². Oligochaetes and chironomidae larvae were the most numerous. The biomass of invertebrates at the delta of the Severnaya Dvina river varied very widely – from 0.29 g/m² (Korabel'ny arm, 2017) to 25.3 g/m² (Murmansk arm, 2014), averaging 6207 mg/m² for all observation years. The base of biomass was formed by Oligochaetes, their participation in the formation of total biomass reached 94.6%. An average oligochet index was 57.8%. The water condition of the delta of the Severnaya Dvina river was classified as moderately contaminated, according to the values of the oligochet index.

Keywords: Severnaya Dvina River, zoobenthos, taxonomic composition, number, biomass.

Первые сведения о донных беспозвоночных устьевой части р. Северная Двина, в частности – моллюсках опубликованы в 1927 г. [1]. Затем до 60-х годов XX века исследования донной фауны реки не проводили. Основной задачей изучения состава донных биоценозов

в 1960–1980-х гг. являлась оценка влияния деятельности промышленных предприятий, прежде всего – целлюлозно-бумажных комбинатов (ЦБК), на экосистему р. Северная Двина [2–4]. Кроме того, проводили поиск индикаторных видов зообентоса [5, 6], ис-

следовали отдельные таксоны зообентоса, включая инвазийные [7, 8].

Систематические исследования зообентоса дельты р. Северная Двина были начаты в 2012 г. Отделом Северный (СевПИНРО) Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО». Целью работы было получение наиболее полных сведений о таксономическом составе зообентоса, количестве и частоте встречаемости таксонов по разным участкам дельты, численности и биомассе каждого из таксонов. В задачи исследований входило также определение олигохетного индекса Гуднайта-Уитлея, дающего представление об уровне загрязнённости дельты р. Северная Двина. Актуальность работы заключается в представлении обобщённых результатов первых комплексных исследований, дающих наиболее полное представление о составе зообентоса дельты р. Северная Двина, его численности и биомассе, а также о распределении этих показателей по основным рукавам и протокам дельты в 2012–2018 гг.

Объекты и методы исследований

Река Северная Двина образуется от слияния рек Сухона и Юг, впадает в Двинскую губу Белого моря. Общая протяжённость р. Северная Двина – 744 км [9]. Площадь водосбора – 357000 км², речная сеть развита очень сильно – в её состав входит 61878 рек и ручьёв, средняя густота речной сети по бассейну составляет 0,58 км/км² [10]. При впадении в Двинскую губу образует обширную дельту, состоящую из более чем 150 проток [11]. Ширина нижней оконечности дельты достигает 45 км, глубина врезания в материк – 37 км. Площадь дельты составляет 900 км², на долю суши приходится около 55% общей площади. Дельта реки возникла в условиях отчётливо выраженных приливно-отливных течений, обычно препятствующих отложению наносов в устье. В дельте р. Северная Двина разделяется на 3 основных рукава – Никольский (около 32% годового стока); Корабельный (21%), Мурманский (18%) и 2 протоки – Маймакса (18%) и Кузнечиха (6%).

По количеству основных рукавов и проток дельты р. Северная Двина для сбора материалов были определены 5 станций, на которых ежегодно, в один и тот же период (сентябрь–октябрь) выполнялся сбор проб. Сбор бентосных проб на каждой станции выполняли в 3-кратной повторности – у левого берега, у правого берега и в точке с наибольшей глубиной. Пробы отбирали дночерпателем Петер-

сена с площадью захвата 0,025 м². Первичную промывку осуществляли в сачках из газ-сита № 23 [12]. После первичной промывки пробы фиксировали 4% раствором формалина, этикетировали и затем обрабатывали в камеральных условиях согласно общепринятым методам [13]. Всего за период наблюдений собрано и обработано 105 проб зообентоса. Определяли систематическую принадлежность организмов зообентоса с помощью общепринятых определителей [14, 15].

Результаты и обсуждение

В составе зообентоса за весь период исследований (2012–2018 гг.) было обнаружено 20 таксонов: Acari (водяные клещи); Amphipoda (бокоплавы); Ostracoda (ракушковые ракообразные); Isopoda (равноногие раки); Collembola (ногохвостки); Plecoptera (веснянки); Ephemeroptera (подёнки); Coleoptera (жуки); Trichoptera (ручейники); Diptera (двукрылые); Caratopogonidae (мокрецы); Chironomidae (звонцы); Hirudinea (пиявки); Oligochaeta (малощетинковые чер-

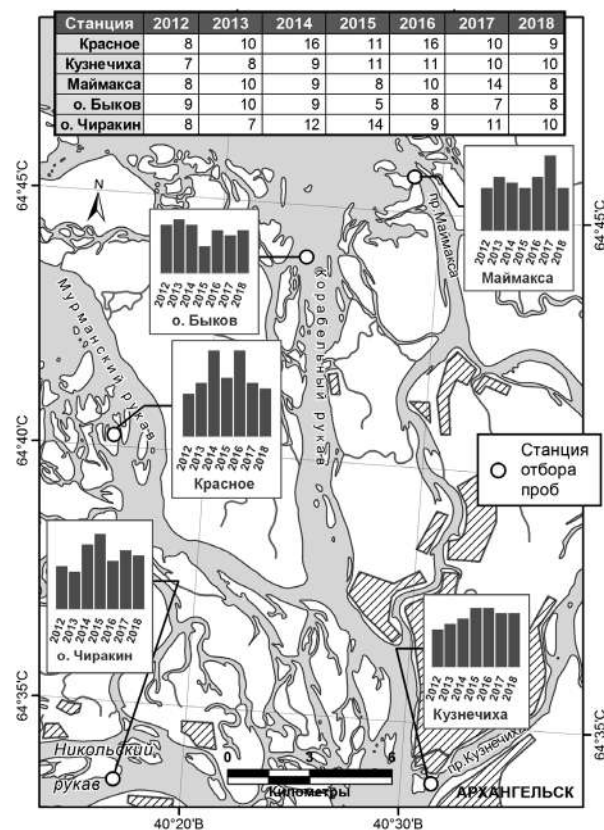


Рис. 1. Количество таксонов зообентоса на различных станциях отбора проб в дельте р. Северная Двина в 2012–2018 гг.
Fig. 1. The zoobenthos taxa number at sampling stations in the delta of the Severnaya Dvina river in 2012–2018

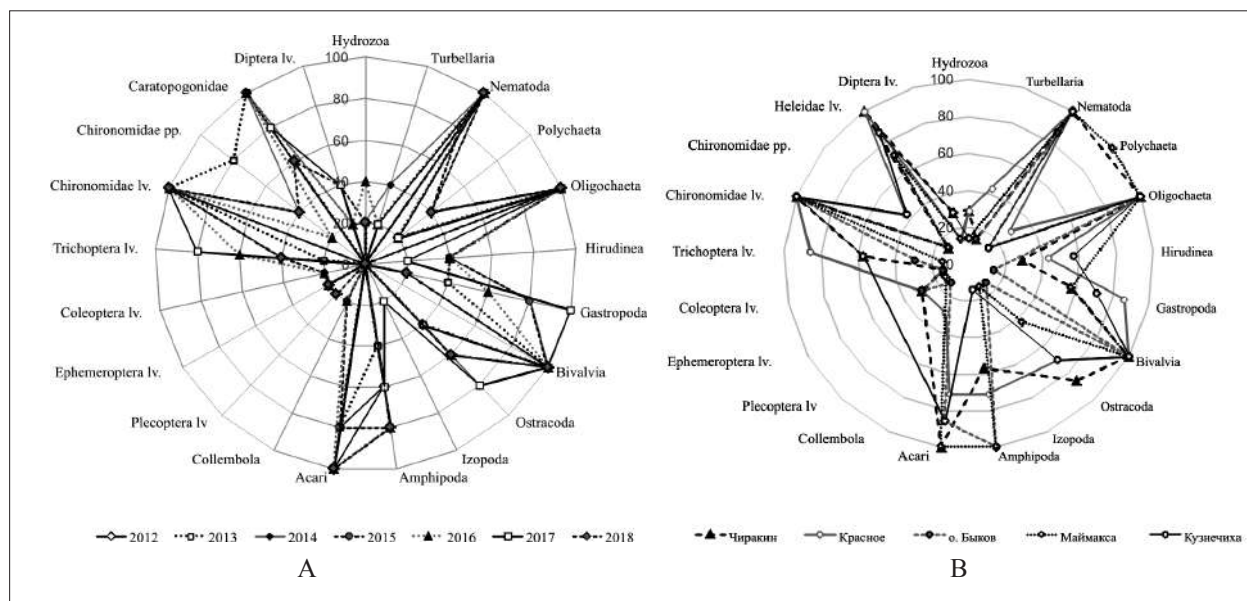


Рис. 2. Частота встречаемости различных таксонов беспозвоночных в дельте р. Северная Двина в 2012–2018 гг. по годам (А) и по станциям (В)
Fig. 2. The different taxa of invertebrates frequency of occurrence in the delta of the Severnaya Dvina river in 2012–2018 by years (A) and by stations (B)

ви); Polychaeta (многощетинковые черви); Nematoda (круглые черви); Gastropoda (брюхоногие моллюски); Bivalvia (двустворчатые моллюски); Hydra (гидра); Turbellaria (ресничные черви).

Среднее количество таксонов на 1 станцию за весь период исследований составило 9, варьируя от 5 в Корабельном рукаве (о. Быков) до 16 в Мурманском рукаве (район д. Красное) (рис. 1).

Количество таксонов по станциям в разные годы варьировало в основном в незначительных пределах, лишь в Мурманском рукаве (район д. Красное) изменялось вдвое – от 8 в 2012 г. до 16 в 2014 и 2016 гг.

Частота встречаемости различных таксонов в целом по дельте р. Северная Двина в разные годы представлена на рисунке 2А. Ежегодно на всех станциях в пробах встречались малощетинковые черви (Oligochaeta), двустворчатые моллюски (Bivalvia) и личинки комаров-звонцов (Chironomidae). В отдельные годы во всех рукавах и протоках были отмечены водяные клещи и личинки мокрецов. При этом по разным станциям частота встречаемости различных таксонов значительно изменялась (рис. 2В). Наибольшее количество постоянно встречающихся таксонов – 7 отмечено в протоке Маймакса, что свидетельствует о стабильности состава зообентоса. В Никольском рукаве ежегодно встречалось 6 групп организмов. В Мурманском рукаве ежегодно встречалось 5 таксонов – тех же, что и в Никольском рука-

ве, за исключением водяных клещей. В Корабельном рукаве и протоке Кузнечиха ежегодно встречалось по 4 таксона – по 3 общих для всех рукавов, в Корабельном рукаве ежегодно встречались бокоплавы, в протоке Кузнечиха – круглые черви. Наименьшая частота встречаемости (14%) обнаружена для равноногих раков, встреченных только в 2017 г. в протоке Маймакса, личинок веснянок (Корабельный рукав, 2018 г.) и личинок жуков (Никольский рукав, 2015 г. и Корабельный рукав, 2016 г.). Встречаемость остальных таксонов варьировала в разные годы на разных станциях от 21,5 до 97,2%.

В целом по дельте за период 2012–2018 гг. среднее значение индекса Шеннона [15] составило 1,21, изменяясь от 0,70 (протоки Кузнечиха и Маймакса) до 1,84 (Мурманский рукав) (рис. 3). Максимальная стабильность индекса Шеннона отмечена в Корабельном рукаве – здесь его значения изменялись от 1,13 до 1,54. Во всех остальных рукавах и протоках значение индекса Шеннона за период наблюдений изменялось более чем в 2 раза.

Численность беспозвоночных в дельте р. Северная Двина за годы наблюдений варьировала в очень широких пределах – от 640 экз./м² (Корабельный рукав, 2018 г.) (рис. 4) до 16573 экз./м² (Мурманский рукав, 2014 г.), составив в среднем 5704 экз./м².

В Корабельном рукаве за весь период наблюдений численность беспозвоночных, варьировавшая от 640 экз./м² до 3240 экз./м²,

была наименьшей по дельте р. Северная Двина. Наибольшие значения численности беспозвоночных отмечены в Мурманском и Никольском рукавах – 16573 экз./м² и 13733 экз./м² соответственно. При этом варьирование диапазона значений численности также было самым высоким в этих рукавах – минимальные значения составили соответственно 1147 и 2120 экз./м². Наиболее стабильная численность отмечена в протоке Кузнечиха – минимальное значение отмечено в 2013 г. (4027 экз./м²), максимальное – в 2014 г. (9547 экз./м²).

Основу численности в дельте р. Северная Двина формировали малоцетинковые черви и личинки комаров-звонцов. Эпизодически относительно высокий вклад в формирование численности вносили бокоплав: в Корабельном рукаве в 2016 г. их доля от общей численности составляла 27,2%, в протоке Маймакса в 2018 г. – 34,3%, при этом в остальные годы их доля в формировании численности зообентоса не превышала 8,6%.

Несмотря на существенное снижение нагрузки на экосистему реки за счёт значи-

тельного снижения интенсивности речного судоходства, объёмов сплава древесины, дноуглубления, промышленных сбросов в основном с целлюлозно-бумажных комбинатов, доминирующим группами в составе зообентоса остаются олигохеты. Малоцетинковые черви формировали основу численности в 60-х гг. XX века, на разных участках реки их доля от общей численности составляла от 37 до 93% [2]. В 80-х годах XX века также сохранялась доминирующая роль олигохет в формировании численности зообентоса, в частности, в протоке Кузнечиха [3]. В целом по сравнению с 60-х и 80-х годами XX века существенных изменений в составе зообентоса не отмечено.

Биомасса беспозвоночных в дельте р. Северная Двина за годы наблюдений варьировала в очень широких пределах – от 0,29 (Корабельный рукав, 2017 г.) до 25,3 г/м² (Мурманский рукав, 2014 г.) (рис. 5), составив в среднем по всем станциям за все годы наблюдений 6,21 г/м².

В Корабельном рукаве за весь период наблюдений биомасса беспозвоночных, варьир-

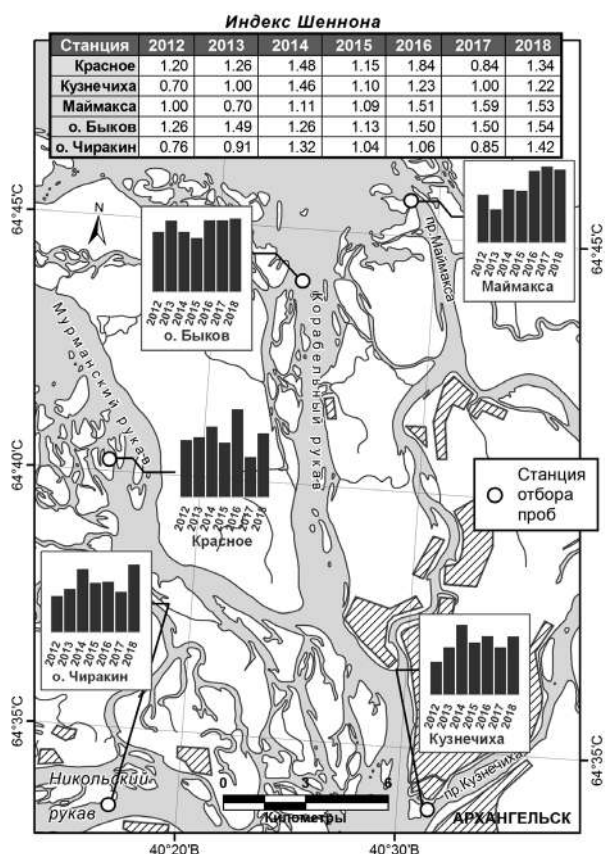


Рис. 3. Значения индекса Шеннона в дельте р. Северная Двина в 2012–2018 гг. по станциям отбора проб
Fig. 3. The Shannon index rates in the delta of the Severnaya Dvina river in 2012–2018

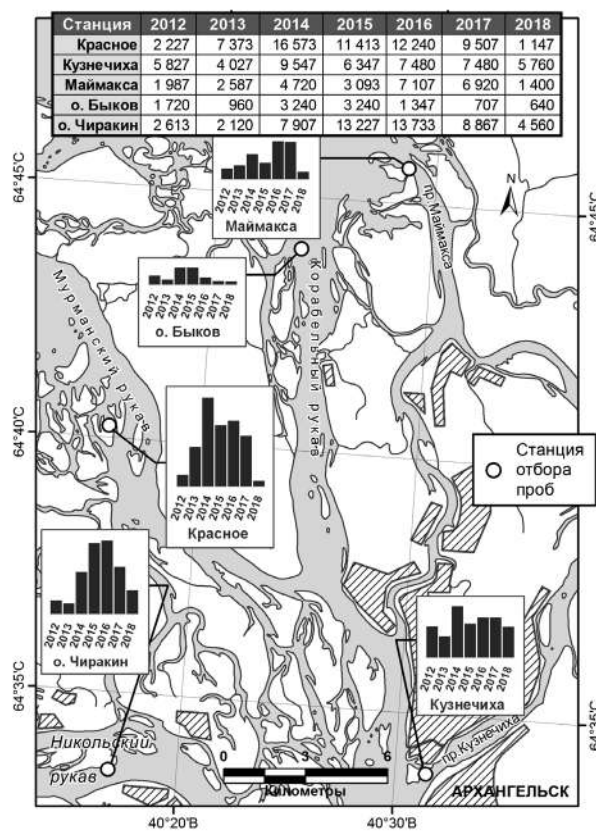


Рис. 4. Численность организмов зообентоса по станциям в дельте р. Северная Двина в 2012–2018 гг.
Fig. 4. The number of zoobenthos organisms in the delta of the Severnaya Dvina river in 2012–2018

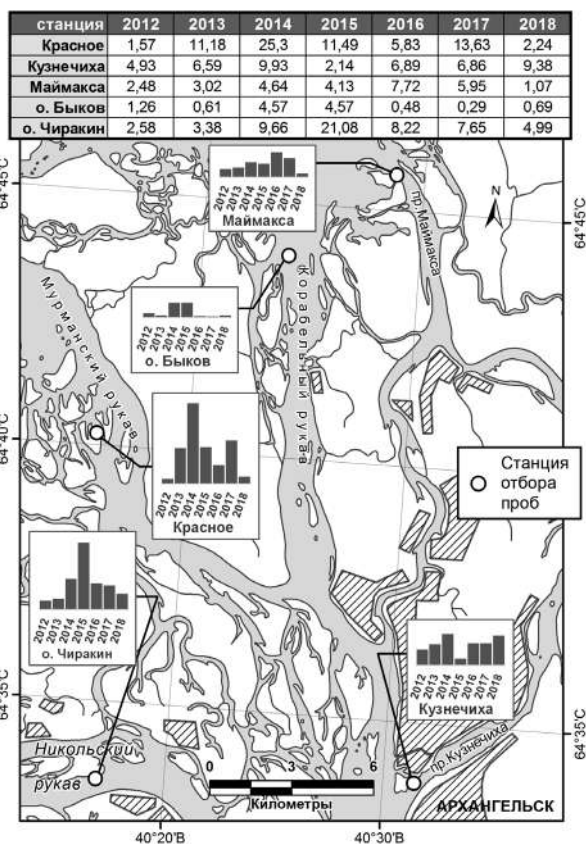


Рис. 5. Биомасса зообентоса по станциям в дельте р. Северная Двина в 2012–2018 гг.
Fig. 5. The biomass of the zoobenthos in the delta of the Severnaya Dvina river in 2012–2018

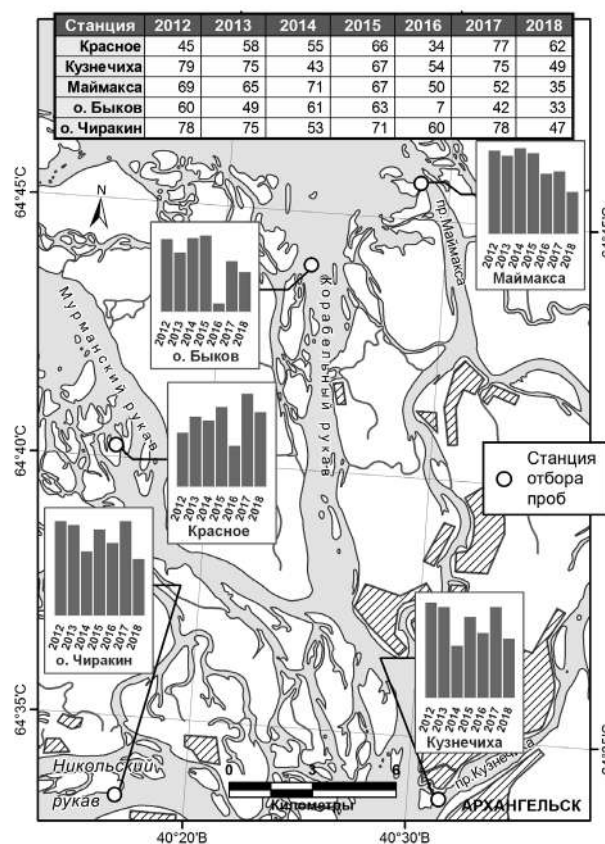


Рис. 6. Олигохетный индекс Гуднайта-Уитли (%) по станциям в дельте р. Северная Двина в 2012–2018 гг.
Fig. 6. Goodnight and Whitley oligochaeta index (%) in the delta of the Severnaya Dvina river in 2012–2018

ровавшая от 0,29 до 4,57 г/м², и составившая в среднем 1,78 г/м² была наименьшей по дельте р. Северная Двина. Максимальные значения биомассы зообентоса отмечены в Мурманском рукаве: средняя за период наблюдений 10,18 г/м², минимальная – 1,57 г/м² (2012 г.), максимальная – 25,3 г/м² (2014 г.). Наиболее стабильная биомасса, как и численность, отмечена в протоке Кузнечиха – минимальное значение отмечено в 2015 г. (2,14 г/м²), максимальное – в 2014 г. (9,93 г/м²). Основу биомассы во всех рукавах формировали малощетинковые черви. Эпизодически в формировании биомассы зообентоса значительную роль играли двустворчатые моллюски, личинки комаров-звонцов и брюхоногие моллюски.

Учитывая доминирование олигохет в бентосных пробах, для оценки качества воды в дельте р. Северная Двина был применён олигохетный индекс (ОИ). Классический вариант ОИ впервые был предложен Гуднайтом и Уитли в 1961 г. [16,17]. Данный индекс значительно варьировал как по годам наблюдений,

так и по рукавам и протокам дельты р. Северная Двина (рис. 6).

Наиболее загрязнённым оказался Никольский рукав, по которому проходит около трети стока р. Северная Двина и средний ОИ в котором за период наблюдений составил 66%. В целом по значениям ОИ дельта р. Северная Двина умеренно загрязнена, средний ОИ по всем районам за период наблюдений составил 57,8%. Наименее загрязнённым оказался Корабельный рукав, на котором отсутствуют промышленные предприятия и судоходство.

Результаты исследований были включены в базу данных «Зообентос пресноводных водных объектов Севера России» [18].

Заключение

Систематические исследования зообентоса дельты р. Северная Двина, начатые в 2012 г., позволили впервые получить наиболее полные сведения о таксономическом составе зообентоса, количестве и частоте встречае-

мости таксонов по разным участкам дельты, численности и биомассе каждого из таксонов. В составе зообентоса за весь период исследований (2012–2018 гг.) было обнаружено 20 таксонов, относящихся к 6 типам и 11 классам беспозвоночных. Среднее количество таксонов на 1 станцию за весь период исследований составило 9, варьируя от 5 в Корабельном рукаве до 16 в Мурманском рукаве. Ежегодно на всех станциях в пробах встречались малощетинковые черви (*Oligochaeta*), двустворчатые моллюски (*Bivalvia*) и личинки комаров-звонцов (*Chironomidae*), которые доминировали по частоте встречаемости. Наименьшая частота встречаемости обнаружена для равноногих раков, личинок веснянок и личинок жуков. Среднее значение индекса Шеннона по зообентосу дельты р. Северная Двина составило 1,21, изменяясь от 0,70 (протоки Кузнечиха и Маймакса) до 1,84 (Мурманский рукав). Численность беспозвоночных за годы наблюдений варьировала в очень широких пределах – от 640 (Корабельный рукав, 2018 г.) до 16573 экз./м² (Мурманский рукав, 2014 г.), составив в среднем 5704 экз./м². Основу численности формировали малощетинковые черви, личинки комаров-звонцов. Биомасса беспозвоночных в дельте р. Северная Двина за годы наблюдений варьировала в очень широких пределах – от 0,29 Корабельный рукав, 2017 г.) до 25,3 г/м² (Мурманский рукав, 2014 г.), составив в среднем по всем станциям за все годы наблюдений 6,21 г/м². Основу биомассы формировали малощетинковые черви, их доля в формировании общей биомассы достигала 94,6%. Определён средний олигохетный индекс, который по всем районам за период наблюдений составил 57,8%. По значениям олигохетного индекса дельта р. Северная Двина классифицируется как умеренно загрязнённая.

Работа выполнена в рамках государственного мониторинга водных биоресурсов и среды их обитания.

Авторы благодарят инженера Отдела Северный (СевПИПРО), Полярного филиала ФГБНУ «ВНИРО» А. Л. Левицкого за помощь в подготовке рисунков.

References

1. Velichkovsky V.A. Mollusks of the vicinity of Arkhangelsk // Trudy Gosudarstvennogo polyarnogo khimiko-bakteriologicheskogo instituta. V. II. Arkhangelsk. 1927. P. 147–151 (in Russian).

2. Sokolova V.A. The benthos biocenoses of the mouth section of the Severnaya Dvina river // Water resources of Karelia and ways of their use. Petrozavodsk: Karelia, 1970. P. 136–146 (in Russian).

3. Semernoy V.P., Voropaeva O.G., Verhovtseva N.V., Verina O.V., Ereimeyshivili A.V. Organization and results of hydrobiological monitoring at the mouth of the Severnaya Dvina river // Problems of nature protection: Tezisy dokladov Vsesoyuznoi konferentsii. Baykalsk, 1984. P. 29–30 (in Russian).

4. Semernoy V.P. The benthos of the contaminated section of the Severnaya Dvina river situated near the mouth of a river // Actual problems of biology, ecology, chemistry and environmental education: Materialy Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoy 40-letiyu fakulteta biologii i ekologii Yaroslavskogo gosudarstvennogo universitetata im. P.G. Demidova. Yaroslavl', 2011. P. 137–142 (in Russian).

5. Popchenko V.I. To the knowledge of fauna of oligochaete of the Severnaya Dvina river // Hydrobiological Journal. 1969. V. 5. No. 5. P. 92–96 (in Russian).

6. Semernoy V.P. About the indicator value of *Aulophorus furkatus* (Müller) (Oligochaeta, Naididae) // Environmental problems of Pribaikalye: Tezisy dokladov vsesoyuznoy nauchnoy konferentsii. Irkutsk, 1982. P. 55 (in Russian).

7. Popchenko V.I. Genesis of fauna of oligochaete of Northern Europe // News of the Samara Scientific Center of the Russian Academy of Sciences. 1999. No. 1. P. 128–133 (in Russian).

8. Makhnovich N.M. Characterization of *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771) population in the mouth part of the Severnaya Dvina river // Problems of regional ecology. 2018. No. 2. P. 68–72 (in Russian).

9. Hydrological study. Surface water resources of the USSR. Northern region. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1965. V. 3. 612 p. (in Russian).

10. Surface water resources of the USSR: Hydrological study / Eds. I.M. Zhila, N.M. Alyushinskaya. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1972. V. 3. Northern region. 664 p. (in Russian).

11. Hydrology of the mouth section of the Severnaya Dvina river. Moskva: Gidrometeoizdat, 1965. 376 p. (in Russian).

12. Method of studying biogeocenoses of internal water bodies. Moskva: Nauka, 1975. P. 158–216 (in Russian).

13. Shubina V.N. The stoneflies larvae in the rivers of the national park “Yugyd va” (Komi Republic) // Theoretical and Applied Ecology. 2016. No. 2. P. 46–54 (in Russian). doi: 10.25750/1995-4301-2016-2-046-054

14. Identification guide of fauna and flora of the northern seas of the USSR / Ed. N.S. Gaevskaya. Moskva: Sovetskaya nauka, 1948. 740 p. (in Russian).

15. Identification guide of freshwater invertebrates of the European part of the USSR. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1977. 512 p. (in Russian).

16. Alimov A.F. Elements of the theory of the functioning of aquatic ecosystems. Sankt-Peterburg: Nauka, 2000. 147 p. (in Russian).

17. Goodnight C.J., Whitley L.S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Int. Waste Conf., 1961. V. 106. P. 139–142.

18. Zoobenthos of freshwater water bodies of the North of Russia. Database, certificate number: RU 2017620660.