

Летние планктонные сообщества реки Северной Двины и ее притоков

И.Ю. Македонская, Е.В. Медведева, Н.Г. Отченаш

Северный филиал ФГБНУ «ВНИРО» («Северный»),
г. Архангельск
makedonskaja@pinro.ru
medvedeva23@pinro.ru
otchenasch@pinro.ru

Аннотация

Работа является частью комплексных исследований рек юго-востока Архангельской области, проводимых с целью развития аквакультуры на внутренних водоемах. В летний период 2021 г. получены сведения о состоянии планктонных сообществ р. Северной Двины и впервые ее притоков: качественные и количественные характеристики (видовой состав, численность и биомасса). Оценено видовое разнообразие фитопланктона и сапробиологическое состояние вод с использованием индексов. Проведена оценка трофности водотоков по биомассе фитопланктона. Выявлено 133 таксона микроводорослей из восьми систематических отделов и девяти видов зоопланктонов трех таксономических групп. Установлено, что основу альгофлоры составляют диатомовые, зеленые водоросли и цианобактерии. Зоопланктонные сообщества характеризовались как кладоцерно-коловраточные, со значительным преобладанием кладоцер. Полученные данные могут послужить основой для разработки программ экологического мониторинга водных экосистем региона, оценки рыбопродуктивности водоемов Архангельской области и расчета ущерба водным биоресурсам от хозяйственной деятельности.

Ключевые слова:

фитопланктон, зоопланктон, видовое разнообразие, индексы, качество поверхностных вод

Введение

В летний период 2021 г. были проведены работы по комплексному исследованию притоков верхнего течения р. Северной Двины с целью развития аквакультуры. Фитопланктон является одним из важнейших элементов водных экосистем, участвующих в формировании качества вод. Количественные и качественные характеристики сообщества микроводорослей отражают экологическое состояние водных объектов и могут быть использованы для планирования и проведения природоохранных мероприятий.

В ходе исследований были изучены состояния фитопланктонного и зоопланктонного сообществ, оценка качества вод рек Кодима, Юмиз, Нога, Сойга, Авнюга, Уфтыга, Лябла, Евда и Вонгода по гидробиологическим показателям,

Summer plankton communities of the Northern Dvina River and its tributaries

I.Y. Makedonskaya, E.V. Medvedeva, N.G. Otchenash

North branch of the Federal State Budget Scientific Institution "Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography", Arkhangelsk
makedonskaja@pinro.ru
medvedeva23@pinro.ru
otchenasch@pinro.ru

Abstract

The work is a part of a comprehensive study of the rivers of the south-east of the Arkhangelsk region, carried out with the aim of developing aquaculture in inland waters. Qualitative and quantitative characteristics for the plankton communities state of the Northern Dvina River such as species composition, abundance, and biomass were obtained in the summer period of 2021. For tributaries these characteristics were obtained for the first time. The species diversity of phytoplankton and the saprobiological state of waters were assessed using indices. An assessment of the watercourses trophicity was carried out. 133 taxa of microalgae from eight systematic divisions, and nine zooplankton species of three taxonomic groups have been identified. The basis of the algaeflora has been established to be diatoms, green algae, and cyanobacteria. Zooplankton communities were characterized as cladoceran-rotifers, with a significant predominance of cladocerans. The data obtained can be used for ecological monitoring of the region aquatic ecosystems, for assessing the fish productivity of water bodies, and calculating the damage to aquatic biological resources from economic activity.

Keywords:

phytoplankton, zooplankton, species diversity, indices, surface water quality

Материалы и методы

Материалом для данной работы послужили девять проб фито- и зоопланктонов, отобранных на девяти притоках р. Северной Двины в пределах Архангельской области, и семь проб фитопланктона, отобранных в русле этой же реки в августе 2021 г. (рис. 1). Отбор и обработка проб фитопланктона осуществлялись стандартными методами [1, 2]. Пробы для

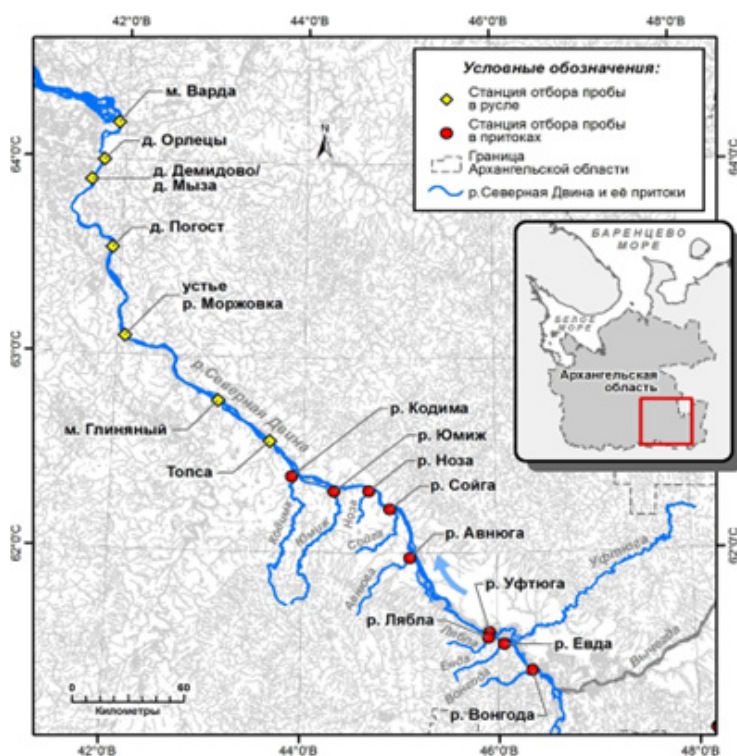


Рисунок 1. Карта-схема расположения точек отбора проб в притоках р. Северной Двины в августе 2021 г.

Figure 1. The scheme of sampling points in the Northern Dvina River tributaries in August, 2021.

количественного и качественного анализов фитопланктона отбирались с поверхностного горизонта в количестве 1 л и фиксировались 40 %-ным раствором формалина в количестве 50 мл. Пробы концентрировались традиционным методом осаждения до 1 мл. Микроскопирование материала проводилось с помощью светового микроскопа «БиОптик С-300». Количество клеток микроводорослей подсчитывалось под всей поверхностью покровного стекла. Объем одной подпробы составил 0.05 мл. Расчет биомассы проводился с помощью таблиц размеров и весов (масс) фитопланктона [3].

Индекс сапробности определялся по методу Пантле-Бука в модификации Сладечека. Чем больше индекс сапробности, тем выше уровень загрязнения вод. Индекс сапробности для I класса качества вод (очень чистые) – меньше 1.00; для II (чистые) – в пределах от 1.00 до 1.5 включительно; для III (умеренно загрязненные) – от 1.51 до 2.50 включительно; для IV (загрязненные) – от 2.51 до 3.50 включительно; для V (грязные) – от 3.51 до 4.00; для VI класса (очень грязные) – более 4.00 [4]. Определение видового состава фитопланктона осуществляли с использованием определителей микроводорослей [5–9].

Зоопланктонные пробы отбирались с поверхностного горизонта путем процеживания 100 л воды через качественную планктонную сеть Апштейна (газ № 49), с последующей фиксацией 40 %-ным формалином [1]. Отобранный материал обрабатывался камерально, путем визуализации с использованием стереоскопического микроскопа «БиОптик CS-200» и лабораторного микроскопа «БиОптик С-300».

На основе численности всех обнаруженных в исследованных озерах видов фито- и зоопланктона были рас-

считаны индексы: для оценки структуры и выравненности сообщества – информационный индекс Шеннона, для определения видового богатства – индекс Маргалефа [10, 11]. Для сравнения видового состава фитопланктона озер – индексы Чекановского-Серенсена и Жаккара [12].

Результаты и их обсуждение

Северная Двина – крупная судоходная река на севере европейской части России, протекающая в Вологодской и большей частью в Архангельской областях. Образуется слиянием рек Сухона и Юг и впадает в Двинскую губу Белого моря. До впадения р. Вычегды называется Малой Северной Двиной, а после впадения р. Вычегды – Большой Северной Двиной. Общая протяженность Северной Двины – 744 км, в том числе Малой – 74 км, Большой – 670 км. Ширина варьирует от 250 до 2500 м. Площадь северодвинского водосбора – 357 тыс. км², из них порядка 80 % приходится на леса, 8 % – на болота, 0.4 % – на 17 602 озера, остальные территории относятся к пойменным лугам и антропогенному ландшафту. Речная сеть развита очень сильно – в ее состав входит 61 878 рек и ручьев, средняя густота речной сети по бассейну составляет 0.58 км/км² [13].

Северная Двина – типично равнинная река. Имеет многочисленные перекаты и острова. Русло относительно прямолинейное. Ниже устья р. Вычегды берега высокие, обрывистые, ширина русла увеличивается почти в два раза; в расширениях долины русло образует крупные излуины, разветвляется. В р. Северную Двину впадает 91 приток [14]. Исследуемые притоки впадают в Большую Северную Двину, где ширина реки варьирует от 600 м до 2 км. По данным государственного водного реестра России, все исследованные притоки относятся к Двинско-Печорскому бассейновому округу, водохозяйственный участок реки – Северная Двина от впадения р. Вычегды до впадения р. Ваги, речной подбассейн реки – Северная Двина ниже места слияния рек Вычегды и Малой Северной Двины. Речной бассейн реки – Северная Двина [15]. Все притоки расположены на территории Архангельской области, гидрологическая характеристика которых представлена в табл. 1. Также были отобраны пробы в семи точках р. Северной Двины, расположенных на расстоянии от 90 до 558 км от ее устья.

Фитопланктон. Фитопланктонное сообщество исследованных рек представлено распространенными видами пресноводной альгофлоры и состояло преимущественно из диатомовых, зеленых микроводорослей и цианобактерий. Выявлено 132 таксона микроводорослей из восьми систематических отделов, что хорошо коррелирует с аналогичными данными по руслу р. Северной Двины (табл. 2). Такое соотношение таксономических единиц в альгоценозах водоемов характерно для европейской части территории России.

Сравнение видового состава фитопланктонного сообщества между притоками и руслом р. Северной Двины про-

Гидрологическая характеристика притоков р. Большой Северной Двины

Таблица 1
Table 1

The hydrological characteristics of tributaries of the Bolshaya Northern Dvina River

Название притока, река	Длина реки, км	Расстояние от устья р. Северной Двины до устья притока, км	Площадь водозаборного бассейна, км ²	С какого берега впадает
Кодима	182	442	1570	левый
Юмиж	180	445 в протоку Курья	1220	левый
Ноза	44	484	не определена	левый
Сойга	110	502	не определена	левый
Авнюга	32	543	571	левый
Уфтыуга	236	547 в протоку Песчаный Полой	6300	правый
Лябла	48	616	213	левый
Евда	59	624	329	левый
Вонгода	58	652	352	левый

Таксономический состав фитопланктона исследованных притоков р. Северной Двины в августе 2021 г.

Таблица 2

Taxonomic composition of phytoplankton of the studied tributaries of the Northern Dvina River in August 2021

Table 2

Отделы Притоки, река	Количество видов										
	Вонгода	Кодима	Юмиж	Ноза	Сойга	Авнюга	Уфтыуга	Лябла	Евда	Всего	С. Двина
Bacillariophyta	20	40	36	21	19	28	24	25	24	75	61
Chlorophyta	5	12	9	4	9	9	13	9	13	32	47
Сyanobakteria	1	4	2	3	1	4	3	-	5	11	10
Charophyta	-	-	3	1	1	1	-	-	1	4	-
Ochrophyta	1	-	-	1	1	-	-	1	-	3	4
Cryptista	-	-	-	-	-	-	1	-	-	1	1
Miozoa	-	1	-	1	-	-	3	-	-	3	3
Euglenozoa	1	3	2	2	1	1	3	2	3	3	4
Всего	28	60	52	33	32	43	47	37	46	132	130

ведено на основе мер сходства подмножеств с помощью индексов Жаккара (Kj) и Чекановского-Серенсена (Ks/ch). Данные коэффициенты равны 1 в случае полного совпадения видов сообществ и равны 0, если выборки совершенно различны между собой и не включают общих видов. Значения индексов сходства Жаккара и Чекановского-Серенсена между притоками и руслом р. Северной Двины изменялись в незначительном диапазоне, что показывает небольшое сходство видового состава фитопланктона исследованных водотоков (табл. 3).

Средняя общая численность фитопланктона в летний период 2021 г. в исследуемых притоках составляла 38.23 млн кл./м³. Максимальным этот показатель был в р. Кодиме (71.60 млн кл./м³), минимальная же численность фитопланктона (12.30 млн кл./м³) зафиксирована в р. Вонгоде. Уровень биомассы фитопланктона во всех водотоках был относительно высоким (общее среднее – 378.94 мг/м³), минимальное значение наблюдалось в р. Вонгоде (21.73 мг/м³), а максимальное – в р. Уфтыуге (2366.50 мг/м³). В целом, показатели обилия фитопланктона находились на достаточно

высоком уровне, что вполне соответствует периоду отбора проб (гидрологическое лето). В русле р. Северной Двины среднее значение численности фитопланктона (84.30 млн кл./м³) оказалось значительно выше аналогичных значений по притокам, а среднее значение биомассы – ниже таковых значений в притоках (рис. 2).

Комплекс видов, доминирующих по численности и биомассе, преимущественно состоял из представителей отделов Bacillariophyta, Chlorophyta и Cyanobakteria. Однако видовой состав данного комплекса сильно различался как между притоками р. Северной Двины, так и между притоками и руслом реки.

В р. Кодиме основную численность и биомассу фитопланктонного сообщества формировала диатомовая *Melosira varians* C. Agardh 1827, а в качестве субдоминант выступали: по численности – цианобактерия *Anabaena Bory ex Bornet & Flahault*, а по биомассе – зеленая *Spirogyra fluviatilis* Hilse 1863. В р. Юмиже преобладали: по численности – синезеленая *Anabaena sp.*, а по биомассе – крупные диатомовые *Rhopalodia gibba* (Ehrenberg) O. Müller 1895 и *Melosira varians*. В р. Нозе доминировали: по численности – диатомовые *Nitzschia sp.* и *Aulacoseira granulata* (Ehrenberg) Simonsen 1979, а по биомассе – крупные микроводоросли диатомовая *Rhopalodia gibba* и зеленая *Spirogyra fluviatilis*. В р. Сойге основную численность фитопланктона составляли колониальные микроводоросли: *Anabaena sp.* из Cyanobakteria и *Oocystis Nägeli ex A. Braun 1868* из Chlorophyta. Абсолютным доминантом по биомассе являлась зеленая *Spirogyra fluviatilis*. В р. Авнюге по численности преобладали цианобактерия *Anabaena sp.* и диатомовые *Epithemia sorex* Kützing 1844 и *Cocconeis placentula* Ehrenberg 1838. Основную

Таблица 3
Индексы сходства фитопланктонного сообщества притоков и русла р. Северной Двины (август 2021 г.)

Table 3
Similarity indices of the phytoplankton community of tributaries and the riverbed of the Northern Dvina River (August 2021)

Реки	Индекс сходства Kj	Индекс сходства Ks/ch
Вонгода / русло С. Двины	0.15	0.2
Кодима / русло С. Двины	0.15	0.22
Юмиж / русло С. Двины	0.19	0.24
Ноза / русло С. Двины	0.14	0.2
Сойга / русло С. Двины	0.16	0.21
Авнюга / русло С. Двины	0.17	0.22
Уфтыуга / русло С. Двины	0.2	0.25
Лябла / русло С. Двины	0.18	0.24
Евда / русло С. Двины	0.2	0.25
Все притоки / русло С. Двины	0.3	0.31

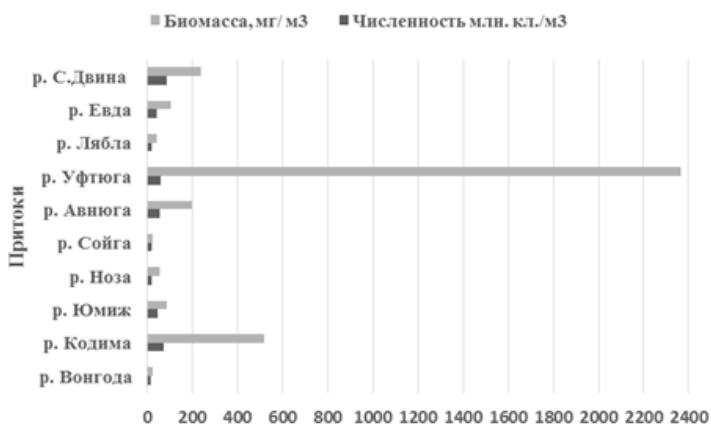


Рисунок 2. Показатели численности и биомассы фитопланктона притоков р. Северной Двины (август 2021 г.).

Figure 2. Indicators of phytoplankton abundance and biomass of tributaries of the Northern Dvina River (August, 2021).

биомассу формировали крупные диатомовые *Rhopalodia gibba* и *Melosira varians*. В р. Уфтьюге абсолютным доминантом по численности и биомассе являлась *Pandorina morum* (O.F. Müller) Bory 1826 – крупный представитель зеленых микроводорослей. Субдоминантом по численности также выступала диатомовая *Aulacoseira granulata*. В р. Лябле большой вклад в численность и биомассу вносила диатомовая *Frustulia ventricosa* C. Agardh 1827, однако четверть всей биомассы фитопланктона составляла также крупная диатомовая *Cymatopleura elliptica* (Brébisson) W. Smith 1851. В р. Евде основную численность образовывала многочисленная диатомовая *Cocconeis placentula* и колониальная цианобактерия *Merismopedia tenuissima*, а по биомассе однозначно доминировала зеленая *Spirogyra fluviatilis*. В р. Вонгоде основную численность и биомассу фитопланктонного сообщества формировали диатомовая *Epithemia sorex* и желтозеленая *Tribonema viride* Pascher 1925. Субдоминантом по численности также выступала *Anabaena sp.* из Cyanobacteria. Следует отметить, что в русле р. Северной Двины в августе 2021 г. основную численность и биомассу формировали диатомовая *Aulacoseira granulata* и цианобактерия *Anabaena flos-aquae* (Bornet & Flahault) Elenkin 1938. Также значительный вклад в создание биомассы фитопланктона вносили крупные диатомовые (*Synedra ulna*, *Surirela sp.*), колониальные цианобактерии (*Rhabdoderma lineare* Schmidle & Lauterborn 1900, *Gomphosphaeria Kützing*, 1836) и зеленые (Coenocystis Korshikov, 1953) микроводоросли.

По значениям биомассы фитопланктона была проведена оценка трофического состояния исследованных водотоков в летний сезон. Практически все притоки и р. Северная Двина характеризуются как олиготрофные, а воды р. Уфтьюги – как мезотрофные [16].

Индекс сапробности фитопланктона варьировал в диапазоне от 1.62 (р. Лябла) и до 1.80 (р. Сойга) (см. табл. 3). Сапробиологическое состояние вод исследованных притоков р. Северной Двины соответствовало олиго-0-мезосапробной зоне (индекс сапробности 1.5–2.5), или II классу качества вод с умеренным содержанием органических веществ (умеренно загрязненные) [4, 17].

Индекс биоразнообразия Шеннона-Уивера отражает сложность структуры сообщества и может изменяться от 0 до 5. Во всех рассмотренных водотоках значения данного индекса как по численности, так и по биомассе фитопланктона были довольно высокими, особенно в реках Юмиже, Лябле, Евде, Кодиме. Его средние значения по численности (4.18) и биомассе (3.05) свидетельствуют о сложности структуры сообщества фитопланктона и благополучном состоянии данного сообщества (табл. 4). Индекс Маргалефа отражает плотность видов (видовое богатство) на определенной территории, т.е. чем выше индекс, тем большим видовым богатством характеризуется данная территория. Значения индекса Маргалефа изменялись от 2.87 в р. Вонгоде и до 5.28 в р. Кодиме. Среди исследованных притоков самая большая плотность видов фитопланктона отмечена в р. Кодиме, а самая маленькая – в р. Вонгоде (табл. 4).

Зоопланктон. Видовой состав зоопланктонных сообществ исследованных водоемов был представлен девятью зоопланктерами: Cladocera (веслоногие рачки) – шесть видов, Copepoda (ветвистоусые рачки) – один вид; Rotatoria (коловратки) – два вида.

По количественному и качественному составу зоопланктонных сообществ всех исследованных притоков р. Северной Двины характеризовались как кладоцерно-коловраточные, со значительным преобладанием кладоцер (табл. 5). В большинстве случаев в доминирующую группу входили мелкие кладоцеры *Bosmina longirostris*,

Таблица 4

Значения индекса сапробности по В. Сладечку, индекса видового богатства Маргалефа и индекса видового разнообразия Шеннона-Уивера по численности и биомассе в притоках р. Северной Двины (август 2021 г.)

Table 4

Values of the saprobity index according to V. Sladeczek, the Margalef species richness index and the Shannon-Weaver species diversity index in abundance and biomass in the tributaries of the Northern Dvina River (August, 2021)

Притоки, река	S	H ₁	H ₂	Mg
Вонгода	1,69	3,77	2,93	2,87
Кодима	1,72	4,42	2,72	5,28
Юмиж	1,79	4,67	4,42	4,74
Ноза	1,76	4,30	3,47	3,24
Сойга	1,80	3,72	3,30	3,13
Авнюга	1,70	3,80	3,32	3,84
Уфтьюга	1,77	4,03	0,31	4,18
Лябла	1,62	4,52	3,89	3,67
Евда	1,74	4,43	3,10	4,21
Среднее	1,73	4,18	3,05	3,91
С. Двина	1,63	4,10	3,21	3,78

Условные обозначения: S – значения индекса сапробности по В. Сладечку, H₁ – значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера по численности, H₂ – значения индекса разнообразия Шеннона-Уивера по биомассе, Mg – значения индекса видового богатства Маргалефа.

S – values of the saprobity index by V. Sladeczek, H₁ – values of the Shannon-Weaver diversity index by abundance, H₂ – values of the Shannon-Weaver diversity index by biomass, Mg – values of the Margalef species richness index.

Таблица 5
Структура зоопланктонных сообществ притоков
р. Северной Двины (август 2021 г.)

Table 5
Structure of zooplankton communities of tributaries
of the Northern Dvina River (August 2021)

Таксоны	Число видов, шт.	Доля от общей численности, %	Доля от общей биомассы, %
Cladocera	6	87	93,2
Copepoda	1	2,2	6,3
Rotatoria	2	10,8	0,5
Итого	9	100	100

Bosmina (Eubosmina) coregoni, *Chydorus sphaericus* и дафнии. Исключение составила р. Сойга, где в значительных количествах присутствовали мелкие коловратки *Euchlanis dilatata*.

Количественные показатели зоопланктона были повсеместно невысоки, средние значения общей численности и общей биомассы составляли 511 экз/м³ и 14.217 мг/м³ соответственно. Индекс сапробности, рассчитанный по зоопланктонным видам-индикаторам, колебался в пределах от 1.36 (р. Уфтюга) до 1.5 (р. Сойга) и составил в среднем 1.41, что позволяет классифицировать воды большинства исследованных притоков как олигосапробные, соответствующие I классу качества вод (условно чистая). Исключение составляет р. Сойга, сапробиологическое состояние вод которой соответствовало олиго-0-мезосапробной зоне, или II классу качества вод (слабо загрязненные). В целом, особенности видового состава и количественные показатели соответствовали литературным данным о зоопланктонных сообществах северного полушария текущего вегетационного периода [18]. Результаты исследований позволяют отнести притоки р. Северной Двины к олиготрофным водоемам, малокормным для рыб-планктофагов [19, 20].

Заключение

Исследования планктонных сообществ притоков р. Северной Двины проводились впервые и являются частью комплексных исследований рек юго-востока Архангельской области для определения возможности развития аквакультуры на внутренних водоемах. Выявлено, что фитопланктон исследованных водотоков состоит преимущественно из микроводорослей из отделов Bacillariophyta (Диатомовые водоросли), Chlorophyta (Зеленые водоросли) и Cyanobacteria (Цианобактерии). Наибольшее количество видов обнаружено в реках Кодиме и Юмуже, а наименьшее – в р. Вонгоде. Значения индексов сходства Жаккара и Чекановского-Серенсена между притоками и руслом р. Северной Двины показывают небольшое сходство видового состава фитопланктона между исследованными водотоками.

Минимальная численность фитопланктона зафиксирована в р. Вонгоде, а максимальная – в р. Кодиме. Минимальное значение биомассы микроводорослей также наблюдалось в р. Вонгоде, а максимальное – в р. Уфтюге. Показатели обилия фитопланктона были на достаточно высоком уровне, что вполне соответствует периоду отбора проб (гидрологическое лето).

Трофическое состояние исследованных притоков р. Северной Двины в летний сезон по значениям биомассы фитопланктона определено как олиготрофное, а для р. Уфтюги – как мезотрофное. Значения индекса биоразнообразия Шеннона-Уивера по численности и биомассе фитопланктона были довольно высокими (особенно в реках Юмуже, Лябле, Евде, Кодиме), что свидетельствует о сложности структуры сообществ фитопланктона и их вполне благополучном состоянии.

Значения индекса Маргалефа указывают на самую высокую плотность видов фитопланктона в р. Кодиме, а на самую низкую – в р. Вонгоде. Сапробиологическое состояние вод исследованных притоков р. Северной Двины соответствовало олиго-0-мезосапробной зоне (индекс сапробности 1.5-2.5), или II классу качества вод с умеренным содержанием органических веществ (слабо загрязненные).

Зоопланктонные сообщества исследованных водоемов характеризовались как кладоцерно-коловраточные, со значительным преобладанием кладоцер. Водоемы по уровню биомассы классифицировались как олиготрофные, малокормные для рыб-планктофагов. Воды большинства исследованных притоков классифицируются как олигосапробные, соответствующие I классу качества вод (условно чистая), кроме р. Сойги, сапробиологическое состояние вод которой соответствовало олиго-0-мезосапробной зоне, или II классу качества вод (слабо загрязненные).

Материалы исследований можно использовать для разработки программ экологического мониторинга водных экосистем региона, оценки рыбопродуктивности водоемов Архангельской области и расчета ущерба водным биоресурсам от хозяйственной деятельности. Для получения статистически более достоверных данных требуется продолжить изучение планктонных сообществ пресных водотоков Архангельской области.

Литература

1. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. – Санкт-Петербург : Гидрометеиздат, 1992. – 318 с.
2. Кузьмин, Г. В. Фитопланктон: Видовой состав и обилие / Г. В. Кузьмин // Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. – Москва : Наука, 1975. – С. 73–87.
3. Михеева, Т. М. Альгофлора Беларуси: таксономический каталог / Т. М. Михеева. – Минск, 1999. – С. 304–343.
4. РД 52.24.309-2016. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши.
5. Комаренко, Л. Е. Пресноводные диатомовые и синезеленые водоросли водоемов Якутии / Л. Е. Комаренко, И.И. Васильева. – Москва : Наука, 1975. – 423 с.
6. Комаренко, Л. Е. Пресноводные зеленые водоросли водоемов Якутии / Л. Е. Комаренко, И. И. Васильева. – Москва : Наука, 1978. – 284 с.
7. Определитель низших растений / под ред. Л. И. Курсанова. – Москва: Советская наука, 1953. – Т. 2. – 312 с.
8. Определитель пресноводных водорослей СССР / под ред. М. М. Голлербах, В. И. Полянского. – Москва : Сов. Наука, 1953. – Вып. 2. – 652 с.

9. AlgaeBase (Listing the World's Algae/ – <http://Algaebase/org>).
10. Шитиков, В. К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации / В. К. Шитиков, Г. С. Розенберг, Т. Д. Зинченко. – Тольятти : ИЭВБ РАН, 2003. – 463 с.
11. Миркин, Б. М. Словарь понятий и терминов современной фитоценологии / Б. М. Миркин, Г. С. Розенберг, Л. Г. Наумова. – Москва : Наука, 1989. – 223 с.
12. Шмидт, В. М. Статистические методы в сравнительной флористике / В. М. Шмидт. – Ленинград : Изд-во Ленингр. ун-та, 1980. – 176 с.
13. Жила, Н. М. Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидрологическая изученность. Т. 3. Северный край / Н.М. Жила. – Ленинград : Гидрометеиздат, 1972. – 612 с.
14. Река Северная Двина: обзор и характеристики, притоки. Справочник водных ресурсов. – URL: <https://water-resources.ru/reki/severnaya-dvina/>
15. Государственный водный реестр. – URL: <https://textual.ru>
16. Неверова-Дзиопак, Е. Оценка трофического состояния поверхностных вод: монография / Е. Неверова-Дзиопак, Л. И. Цветкова. – Санкт-Петербург : СПбГАСУ, 2020. – 176 с.
17. Методы оценки качества вод по гидробиологическим показателям / сост.: О. Ю. Деревенская. – Казань : КФУ, 2015. – 44 с.
18. Куликова, Т. П. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря / Т. П. Куликова. – Петрозаводск : КарНЦ РАН, 2010. – 325 с.
19. Китаев, С. П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон / С. П. Китаев. – Москва : Наука, 1984. – 207 с.
20. Пидгайко, М. Л. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР / М. Л. Пидгайко, Б. М. Александров, Ц. И. Иоффе [и др.] // Известия ГосНИОРХ. – 1968. – Т. 67. – С. 205 – 228.
6. Komarenko, L.E., Vasilyeva, I.I. Presnovodnye zeljonye vodorosli vodojomov Jakutii [Freshwater green algae of the reservoirs of Yakutia] / L.E. Komarenko, I.I. Vasilyeva // – Moscow: Nauka, 1978. – 284 p.
7. Opredelitel' nizshih rastenij [Determinant of lower plant-ed] / ed. by L.I. Kursanova. – Moscow: Sovetskaja nauka, 1953. Vol. 2. – 312 p.
8. Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR [Determinant of freshwater algae of the USSR] / ed. by M.M. Gollerbach, V.I. Polyansky. – Moscow: Sovetskaja nauka, 1953. – issue – 652 p.
9. AlgaeBase (Listing the World's Algae/ [Electronic resource]. – <http://Algaebase/org>).
10. Shitikov, V.K. Kolichestvennaja gidrojekologija: metody sistemnoj identifikacii [Quantitative hydroecology: methods of systemic identification] / V.K. Shitikov, G.S. Rosenberg, T.D. Zinchenko. – Tol'jatti: Institut jekologii Volzhskogo bassejna Rossijskoj akademii nauk, 2003. – 463 p.
11. Mirkin, B.M. Slovar' ponjatij i terminov sovremennoj fitocenologii [Dictionary of concepts and terms of modern phytocenology] / B.M. Mirkin, G.S. Rosenberg, L.G. Naumova. – Moscow: Nauka, 1989. – 223 p.
12. Schmidt, V.M. Statisticheskie metody v sravnitel'noj floristike [Statistical methods in comparative floristics] / V.M. Schmidt. – Leningrad: Izdatel'stvo Leningradskogo univer-siteta, 1980. – 176 p.
13. Resursy poverhnostnyh vod SSSR: Gidrologicheskaja izuchennost'. Severnyj kraj [Resources of surface waters of the USSR. The Hydrological knowledge. Northern edge] / ed. by I.M. Zhila. – Vol.3. – Leningrad: Hydrometeoizdat, 1972. – 612 p.
14. Water resources. Directory of water resources. The Northern Dvina river. [Electronic resource]. URL: <https://water-resources.ru/reki/severnaya-dvina/>.
15. State Water Register. [Electronic resource]. URL: <https://textual.ru/gvr/>
16. Neverova-Dziopak, E. Ocenka troficheskogo sostojanija poverhnostnyh vod: monografija [Assessment of the trophic state of surface waters: monograph] / E. Neverova-Dziopak, L.I. Tsvetkova // – St. Petersburg: Sankt-Peterburgskij arhitekturno-stroitel'nyj universitet, 2020. – 176 p.
17. Metody ocenki kachestva vod po gidrobiologicheskim pokazateljam [Methods for assessing water quality according to hydrobiological indicators] / ed. by O.Yu. Der-evenskaya. – Kazan: Kazanskij federal'nyj universitet, 2015. – 44 p.
18. Kulikova, T.P. Zooplankton vodnyh ob'ektov bassejna Belogo morja. [Zooplankton of water bodies of the White Sea basin] / T.P. Kulikova. – Petrozavodsk: Karel'skij nauchnyj centr Rossijskoj akademii nauk, 2010. – 325 p.
19. Kitaev, S.P. Jekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozor raznyh prirodnyh zon [Ecological foundations of bioproductivity of lakes in different natural zones] / S.P. Kitaev. – Moscow: Nauka, 1984. – 207 p.

References

1. Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnyh jekosistem [Guidelines on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems] / ed. by V.A. Abakumova. St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 1992. – 318 p.
2. Kuzmin, G.V. Fitoplankton: Vidovoj sostav i obilie [Fitoplankton: Species composition and abundance] / G.V. Kuzmin // Metodika izuchenija biogeocенозов vnutrennih vodoemov [Methodology for studying biogeocenoses of inland reservoirs]. – Moscow: Nauka, 1975. – P. 73 – 87.
3. Mikheeva T.M. Algoflora of Belarus: taxonomic catalogue. Minsk, 1999. – p. 304–343.
4. RD 52.24.309-2016. Organizacija i provedenie rezhimnyh nabljudenij za sostojaniem i zagriznieniem poverhnostnyh vod sushi [Organization and conduct of routine observations of the state and contamination of land surface waters].
5. Komarenko, L.E., Vasilyeva, I.I. Presnovodnye diatomovye i sinezeljonye vodorosli vodojomov Jakutii [Freshwater diatoms and blue-green algae of the reservoirs of Yakutia] / L.E. Komarenko, I.I. Vasilyeva. – Moscow: Nauka, 1975. – 423 p.

20. Pidgaiko, M.L., Alexandrov, B.M., Ioffe, C.I., et al. Kratkaja biologo-produkcionnaja harakteristika vodoemov severo-zapada SSSR [Brief biological and production characteristics of water bodies in the north-west of the USSR] /

M.L. Pidgaiko, B.M. Alexandrov, C.I. Ioffe, et al. // Izvestia GosNIORKh [Proceedings of the State Research Institute of Lake and River Fisheries]. – Leningrad. – Vol. 67. – 1968. P. 205 – 228.

Благодарность (госзадание)

Выполнение научно-исследовательских работ проводилось в рамках государственного контракта с Министерством Агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области № 23 от 01.09.21 г. и № 24 от 01.08.21 г.

Авторы выражают благодарность сотрудникам Северного филиала ФГБНУ «ВНИРО» В.А. Илларионову и В.И. Тимофееву за отбор проб, А.Л. Левицкому за составление карты-схемы района исследований.

Информация об авторах:

Македонская Ирина Юрьевна – старший специалист лаборатории биоресурсов внутренних вод Северного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («СевПИНРО»); <https://orcid.org/0000-0002-7723-0184>, Scopus ID 57208060804 (Северный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17; e-mail: makedonskaja@pinro.ru).

Медведева Елизавета Владимировна – младший специалист биоресурсов внутренних вод Северного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («СевПИНРО»), <https://orcid.org/0000-0001-6226-9951> (Северный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17; e-mail: medvedeva23@pinro.ru).

Отченаш Наталья Геннадьевна – специалист биоресурсов внутренних вод Северного филиала ФГБНУ «ВНИРО» («СевПИНРО»); <https://orcid.org/0000-0001-9297-7641> (Северный филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии»; Российская Федерация, 163002, г. Архангельск, ул. Урицкого, д. 17; e-mail: otchenasch@pinro.ru).

About the authors:

Irina Yu. Makedonskaya – Senior Specialist, Laboratory of Bioresources of Inland Waters, North branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography” (North branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography”, 17, Uritskogo St., Arkhangelsk, 163002, Russia; e-mail: makedonskaja@pinro.ru).

Elizaveta V. Medvedeva – Junior Specialist, Laboratory of Bioresources of Inland Waters, North branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography” (North branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography”, 17, Uritskogo St., Arkhangelsk, 163002, Russia; e-mail: medvedeva23@pinro.ru).

Natalya G. Otchenash – Specialist, Laboratory of Bioresources of Inland Waters, North branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography” (North branch of the Federal State Budget Scientific Institution “Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography”, 17, Uritskogo St., Arkhangelsk, 163002, Russia; e-mail: otchenasch@pinro.ru).

Для цитирования:

Македонская, И. Ю. Летние планктонные сообщества реки Северной Двины и ее притоков / И. Ю. Македонская, Е. В. Медведева, Н. Г. Отченаш // Известия Коми научного центра Уральского отделения Российской академии наук. Серия «Экспериментальная биология и экология». – 2022. – № 4 (56). – С. 52–58. УДК 581.526.325.2 (470.11). DOI 10.19110/1994-5655-2022-4-52-58

For citation:

Makedonskaya I.Yu. Letnie planktonnye soobshhestva reki Severnoj Dviny i ejo pritokov [Summer plankton communities of the Northern Dvina River and its tributaries] / I.Yu. Makedonskaya, E.V. Medvedeva, N.G. Otchenash // Proceedings of the Komi Science Centre of the Ural Branch of the Russian Academy of Sciences. Series “Experimental Biology and Ecology”. – 2022. – № 4 (56). – P. 52–58. UDC 581.526.325.2 (470.11). DOI 10.19110/1994-5655-2022-4-52-58

Дата поступления рукописи: 27.04.2022

Прошла рецензирование: 19.05.2022

Принято решение о публикации: 16.08.2022

Received: 27.04.2022

Reviewed: 19.05.2022

Accepted: 16.08.2022