

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ НИЖНЕГО ТЕЧЕНИЯ РЕКИ ВЫЧЕГДА И ЕЕ ПРИТОКОВ

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

Северный филиал ФГБНУ “ВНИРО”,

163002 г. Архангельск, ул. Урицкого, 17, e-mail: medvedeva23@pinro.ru

Поступила в редакцию 30.01.2022

Работа является частью комплексных исследований рек и озер юго-востока Архангельской области, выполнявшихся в 2021 г. с целью развития аквакультуры внутренних водоемов. Были получены сведения о видовом разнообразии и структуре планктонных сообществ пресноводных объектов, относящихся к водосборному бассейну р. Вычегда. Показан таксономический состав фитопланктона в летний период 2021 г. Оценено видовое разнообразие с использованием индекса Шеннона, основанного на относительном обилии видов, индекса Менхника определяющего видовое богатство и коэффициента сходства Жаккара. Рассчитан индекс сапробности Пантле-Букка для оценки загрязнения природных вод. Проведена оценка трофности водотоков по полученным показателям фитопланктона и зоопланктона. Выявлено 192 таксона микроводорослей из 8 отделов и 15 видов зоопланктона из трех систематических групп. Установлено, что основу альгофлоры составляли зеленые и диатомовые водоросли. Зоопланктонное сообщество являлось кладоцерно-копеподным. Новые данные о состоянии фитопланктонного сообщества могут служить информационной и методической основой для разработки программ экологического мониторинга водных экосистем региона. Результаты исследований могут быть использованы для оценки рыбопродуктивности водоемов Архангельской области и расчета ущерба водным биоресурсам от хозяйственной деятельности.

Ключевые слова: фитопланктон, зоопланктон, видовое разнообразие, таксономические группы, индексы, бассейн реки Вычегда.

DOI: 10.47021/0320-3557-2022-46-54

ВВЕДЕНИЕ

Вычегда – река бассейна Белого моря, является главным притоком р. Северная Двина, протекающая в Республике Коми и Архангельской области. Разделяется на Верхнюю (от истока до впадения Нем, 346 км), Среднюю (от Усть-Нема до впадения Сысолы, 489 км) и Нижнюю Вычегду (от реки Вымь, до устья, 296 км). На реке расположено множество населенных пунктов, наиболее значительные из них (от устья к истоку): г. Котлас, г. Сольвычегодск, г. Коряжма, г. Сыктывкар. Урбанизация сказывается на экологическом состоянии реки, приводя к нарушению экологического баланса водных экосистем из-за активного поступления загрязненных сточных вод. Первым на любые перестройки в экосистемах реагирует фитопланктон, являясь важнейшим компонентом водотоков, активно участвующим в формировании качества воды и вырабатывающим основную часть первичной продукции. Изменения микроальгоценозов сказываются на состоянии биотопа в целом. Состав фитопланктона имеет большую видовую насыщенность. Зоопланктон является основой гидробиологических сообществ, как неотъемлемая часть кормовой базы ихтиофауны. Качественные и количественные показатели, структура популяций, доминирующие виды служат показателями состояния водной экосистемы, а также используются для биоиндикации и мо-

нитинга качества среды. Анализ видового состава, обилия и количественного развития видов планктонных сообществ входит во все программы экологического мониторинга водоемов [Шуберт, 1998 (Schubert, 1998)].

Цель работы – на основе изучения структурно таксономического разнообразия планктонных сообществ оценить экологическое состояние вод исследуемых водотоков. Фитопланктон нижнего течения р. Вычегда практически не изучен, основные исследования количественных показателей фитопланктона приведены только для вегетационного (летне-осеннего) периода.

Данные по качественным и количественным показателям фитопланктона для нижнего течения р. Вычегда ранее были представлены ФГБУ “Северным УГМС” 2013 г. [Обзор, 2014 (Review, 2014)]. В 2014 г. были проведены исследования фитопланктона водных объектов бассейна р. Вычегды Коми научным центром УрО РАН [Патова, 2018 (Patova, 2018)]. Зоопланктонные сообщества р. Вычегды и водных объектов ее бассейна изучены более полно – первые упоминания встречаются в научных отчетах сотрудников Северной базы Академии наук СССР. В 20 веке исследования проводились эпизодически [Кордэ, 1959 (Korda, 1959); Зверева, 1969 (Zvereva, 1969)] и носили разрозненный характер. В 2003–2005 г.

сотрудниками [Батурина, 2017 (Baturina, 2017)] Института биологии Коми Научного центра УрО РАН были проведены масштабные работы по изучению зоопланктона среднего течения р. Вычегда, продолжившиеся в 2006–

2015 г. Тем не менее, планктонные организмы в нижнем течении р. Вычегда изучены крайне слабо [Кононова, 2009 (Kononova, 2009); Батурина, 2020 (Baturina, 2020)].

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Вычегда берет начало на южных склонах Тиманского кряжа, в болоте Дзюр-Нюрэ. Длина реки равна 1130 км, площадь бассейна – 121 тыс. км². Рельеф бассейна сложился в результате неоднократных оледенений и особенно последней трансгрессии Северного моря. Поверхность равнинная со средней высотой 120–150 м. Речные долины широкие, без террас, сложены пермскими отложениями (глины, мергели), каменноугольным известняком, юрскими и меловыми породами. Бассейн покрыт таежными лесами (ель, сосна, береза), распространены болота. Русло извилистое, уклон реки незначителен [Жила, 1965 (Zhila, 1965)].

Верхние участки бассейна Вычегды представляют собой расчлененное холмистое плато высотой 200–250 м. Долина шириной до 150–200 м, русло извилистое, много порогов, отмелей, течение быстрое (0.6–0.7 м/с). Ширина реки от 15 до 100 м, средняя глубина 3 м. Бассейн Средней и Нижней Вычегды занимают обширную равнину, отличающуюся большой заболоченностью. Долина шириной до 10 км. Пойма широкая, заросшая лугами, с множеством протоков (полоев), стариц. Русло реки от 100 до 680 м шириной, песчано-глинистое с галькой, неустойчивое с перекатами (>120), отмелями и островами. Глубина на перекатах до 0.5 м, на плесах до 5 м. Скорость течения от 0.3 до 1.8 м/с. Вычегда относится к рекам с незавершенным меандрированием [Жила, 1965 (Zhila, 1965)].

Вычегда входит в перечень водных путей России, и является судоходной в период высокой воды. По неустойчивости русла и подвижности песков р. Вычегда занимает первое место в России, что усложняет обеспечение судоходства. Часть притоков имеет большое рыбохозяйственное значение. Видовой состав рыб представлен щукой, окунем, лещом, плотвой, ельцом. Также в притоках Вычегды существуют нерестово-выростные угодья атлантического лосося.

Материалом для изучения послужили результаты исследований, выполненные в августе 2021 г. в нижнем течении р. Вычегда, с 15 заданных точек (по одной пробе с каждого объекта). Собрано и обработано по 5 проб фитопланктона и зоопланктона из правобережной части бассейна: р. Ертым, р. Кижмола,

р. Яренга, р. Ленка и оз. Себентий и 6 проб из левобережных притоков: р. Виледь, р. Лименда, р. Великая Охта, р. Нарчуг, р. Пыела. В главной реке – нижней Вычегде собрано 4 пробы (рис. 1).

Гидробиологический материал для исследования фитопланктона был отобран пластиковым пробоотборником объемом 1 л, с глубины 0.1–2 м и фиксировался 40%-ным формалином, до слабого запаха, в соответствии с общепринятыми для альгологических исследований методами [Садчиков, 2003 (Sadchikov, 2003)]. Сгущение осуществляли осадочным способом. Все организмы рассматривались под микроскопом LOMO MIKMED – 6 вар. 7 и, по возможности, определялись до вида с помощью отечественных и зарубежных определителей [Дедусенко-Щеголева, 1959 (Dedusenko-Shchegoleva), 1959; Забелина, 1951 (Zabelina, 1951)]. При таксономической идентификации использовалась база данных Интернет-ресурса (WoRMS).

Отбор зоопланктонных проб проводился с поверхностного горизонта путем процеживания 100 л воды через качественную планктонную сеть Апштейна (газ № 49), с последующей фиксацией 40% формалином [Абакумов, 1992 (Abakumov, 1992)]. Обработка отобранного материала проводилась камерально, путем визуализации с использованием стереоскопического микроскопа БиОптик CS-200 и лабораторного микроскопа БиОптик С-300.

Проведен сравнительный анализ количественных показателей (численность, биомасса) разных систематических групп фитопланктона. Для оценки устойчивости сообществ использовался индекс Шеннона, рассчитанный как по численности, так и по биомассе [Шитиков, 2003 (Shitikov, 2003)]. Для сравнения флористического состава фитопланктона рек применялся коэффициент видового сходства Жаккара в модификации Серенсена [Татаринов, 2010 (Tatarinov, 2010)]. Для оценки видового богатства – индекс Менхиника [Шитиков, 2003 (Shitikov, 2003)]. Степень выравниваемости сообщества оценивали с помощью индекса Пиелу [Pielou, 1966]. Для определения степени загрязненности был задействован индекс сапробности по методу Пантле-Букка в модификации Сладечека [Шитиков, 2005 (Shitikov,

2005)]. Все этапы статистической обработки данных и построение графических таблиц, вы-

полнены с использованием программы МО Excel.

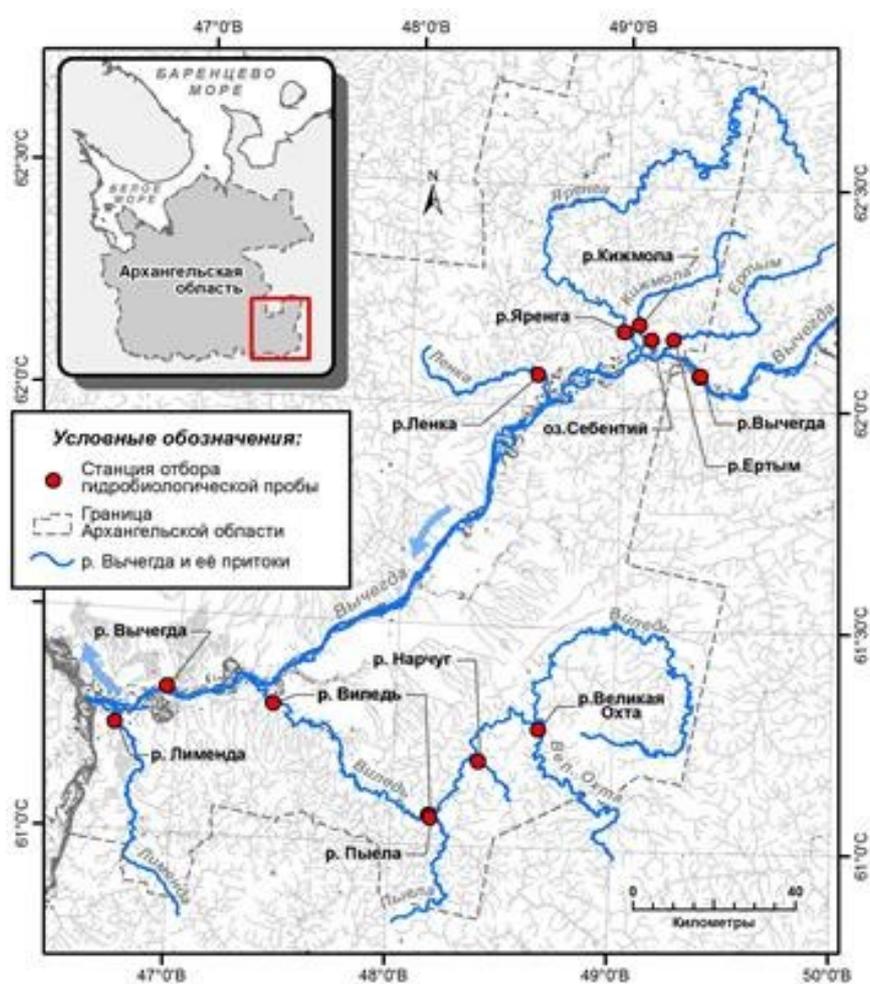


Рис. 1. Пространственное распределение точек отбора проб в нижнем течении р. Вычегды и ее притоков, в августе 2021 г.

Fig. 1. Spatial distribution of sampling points in the lower Vychegda River and its tributaries, August 2021. Legend: red dot – Hydrobiological sampling station; dotted line – Arkhangelsk Oblast border; blue line – river. Vychegda River and its tributaries.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В составе планктона исследованных рек и озера Себентий выявлены 208 видов планктонных водорослей, 151 из которых были идентифицированы до видового уровня. По своему систематическому положению исследуемые микроводоросли принадлежали к восьми отделам: Bacillariophyta (98 видов), Chlorophyta (57 видов), Cyanophyta (25 видов), Dinophyta и Euglenophyta (по 9 видов), Chrysophyta (5 видов) и Cystophyta (3 вида) и Xanthophyta (2 вида). Основу флоры на 86% составляют три отдела: Bacillariophyta, Chlorophyta, Cyanophyta, что характерно для альгофлор таежных природных зон [Сафонова, 1983 (Safonova, 1983)] (рис. 2).

Среди Bacillariophyta наиболее часто встречались виды родов Aulacoseira, Epithemia, Navicula, среди Chlorophyta выделяются Ankistrodesmus, Scenedesmus. В отделе Cyanophyta наиболее многочисленны были Dolichospermum и Arphanocarpa. Виды данных родов микроводорослей были выявлены практически на всех точках отбора проб в период наблюдения. Таким образом, альгофлора Нижней Вычегды в исследуемый период 2021 г. характеризовалась как диатомово-зеленая с присутствием цианобактерий. Что свидетельствует о концентрации видов в небольшом количестве родов и семейств и отражает суровые условия среды обитания фитопланктона [Гецен, 1985 (Getsen, 1985)].

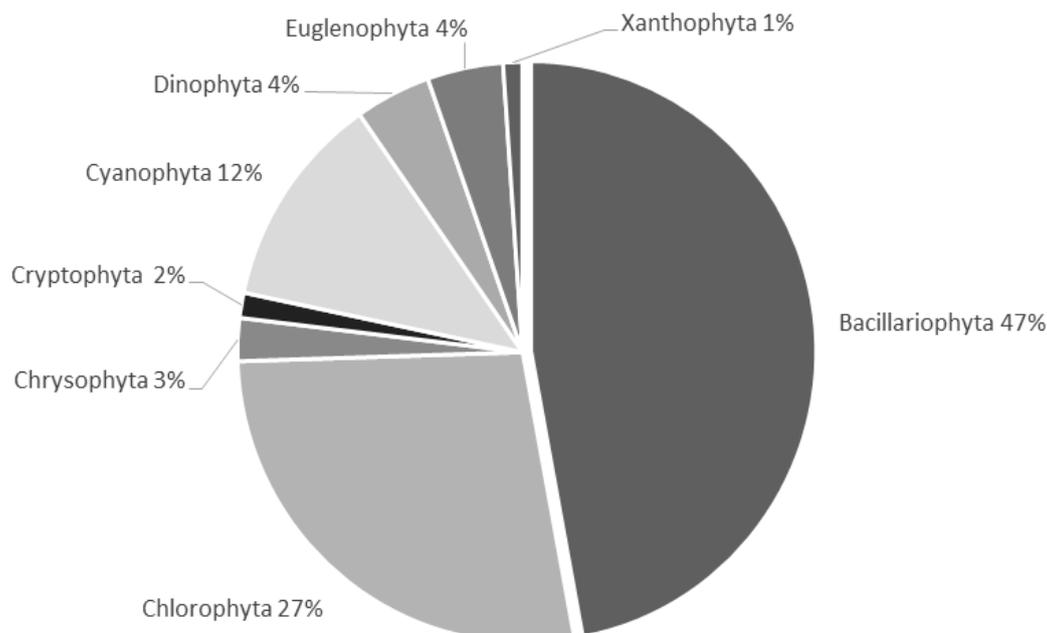


Рис. 2. Соотношение количества видов по отделам, в фитопланктоне нижнего течения р. Вычегды и ее притоков, в августе 2021 г.

Fig. 2. The ratio of the number of species by department, in phytoplankton of the lower Vycheгда River and its tributaries, in August 2021.

Сходство альгоценозов между правыми и левыми притоками умеренное (K_j 36%), что может быть обусловлено расположением точек отбора проб и скоростью течения. Индекс

сходства Жаккара между рекой и притоками – более высокое (K_j 48%), что подтверждает общую ассоциацию микроводорослей Нижней Вычегды (табл. 1).

Таблица 1. Распределение видов фитопланктона в нижнем течении р. Вычегды и ее притоков, по отделам в августе 2021 г.

Table 1. Distribution of phytoplankton species in the Lower Vycheгда tributaries, by department in August 2021

№ п/п	Отделы Phylum	Количество видов Number of species										
		Главная река The Main River	Правобережная часть бассейна реки The right-bank part of the river basin					Левобережная часть бассейна реки The left bank of the river basin				
		р. Вычегда нижняя	р. Ертым	оз. Себенгий	р. Кижмола	р. Яренга	р. Ленка	р. Виледь	р. Лименда	р. Великая Охта	р. Нарчуг	р. Пыела
1	Bacillariophyta	45	8	6	10	13	18	30	35	5	32	27
2	Chlorophyta	32	11	19	13	15	9	12	11	3	9	8
3	Сyanophyta	13	6	6	8	7	4	4	3	1	2	5
4	Dinophyta	4	1	–	2	2	1	1	–	–	–	–
5	Euglenophyta	5	3	1	2	3	–	1	–	1	3	3
6	Chrysophyta	3	2	2	2	2	2	–	–	–	–	–
7	Cryptophyta	1	–	2	1	–	–	1	–	–	–	–
8	Xanthophyta	1	–	–	–	–	–	–	1	–	–	–
Всего Total		104	31	36	38	42	34	49	50	10	46	43

Примечание. “–” – данные отсутствуют.

Note. “–” – no data.

Средняя общая численность фитопланктона в конце гидробиологического лета 2021 г. в исследуемых водотоках составляла 78.81 млн. кл./м³. Наибольшие показатели были среди притоков правого берега, максимальная численность зафиксирована в оз. Себентий (164.52 млн. кл./м³), минимальная в р. Великая Охта (2.88 млн. кл./м³), среди притоков левого берега. Уровень биомассы фитопланктона в большинстве водоемов был относительно не высокий (общее средние – 399.32 мг/м³), минимальное значение наблюдалось также в р. Великая Охта (51 мг/м³), а максимальные значения в оз. Себентий (1777.77 мг/м³) и р. Яренга (1181.06 мг/м³). Выявленные наибольшие значения в данных водотоках, объясняются крупными колониями отделов Chlorophyta (*Mucidosphaerium pulchellum*, *Coenocystis* sp.) и Cyanophyta (*Chroococcus turgidus*). В фитопланктоне остальных проб преобладают по численности и биомассе диатомовые (*Aulacoseira granulata*) и зеленые водоросли (*Actinastrum hantzschii*, *Mucidosphaerium pulchellum*, *Coenocystis* sp.), на втором месте – представители мелкоклеточных синезеленых (*Microcystis* sp., *Aphanocapsa*

grevillei) что соответствует значениям биомассы летнего фитопланктона северных районов [Шаров, 2004 (Sharov, 2004)] (рис. 2).

Биомасса фитопланктона один из важнейших показателей состояния водной экосистемы, позволяющий оценить ее экологическое состояние. Средняя биомасса фитопланктона (399.32 мг/м³), характеризует воды, как олиготрофные [Неверова-Дзюпак, 2020 (Neverova-Dziopak, 2020)]. Такие водотоки отличаются большой глубиной, высокой прозрачностью, присутствием кислорода во всей толще воды в течение всего года. Донные отложения бедны органическим веществом [Sadchikov, 2004 (Садчиков, 2004)].

Для всех типов рассмотренных водотоков характерен относительно высокий индекс биоразнообразия (H'), его средние значения составляют по численности – 3.62, по биомассе – 2.36. Что свидетельствует о сложности структуры сообщества фитопланктона и довольно благополучном состоянии данного сообщества. Так же был рассчитан индекс Менхеника (D_{Mn}), среднее значение которого составило 1.47, что говорит о невысоком видовом разнообразии (табл. 2).

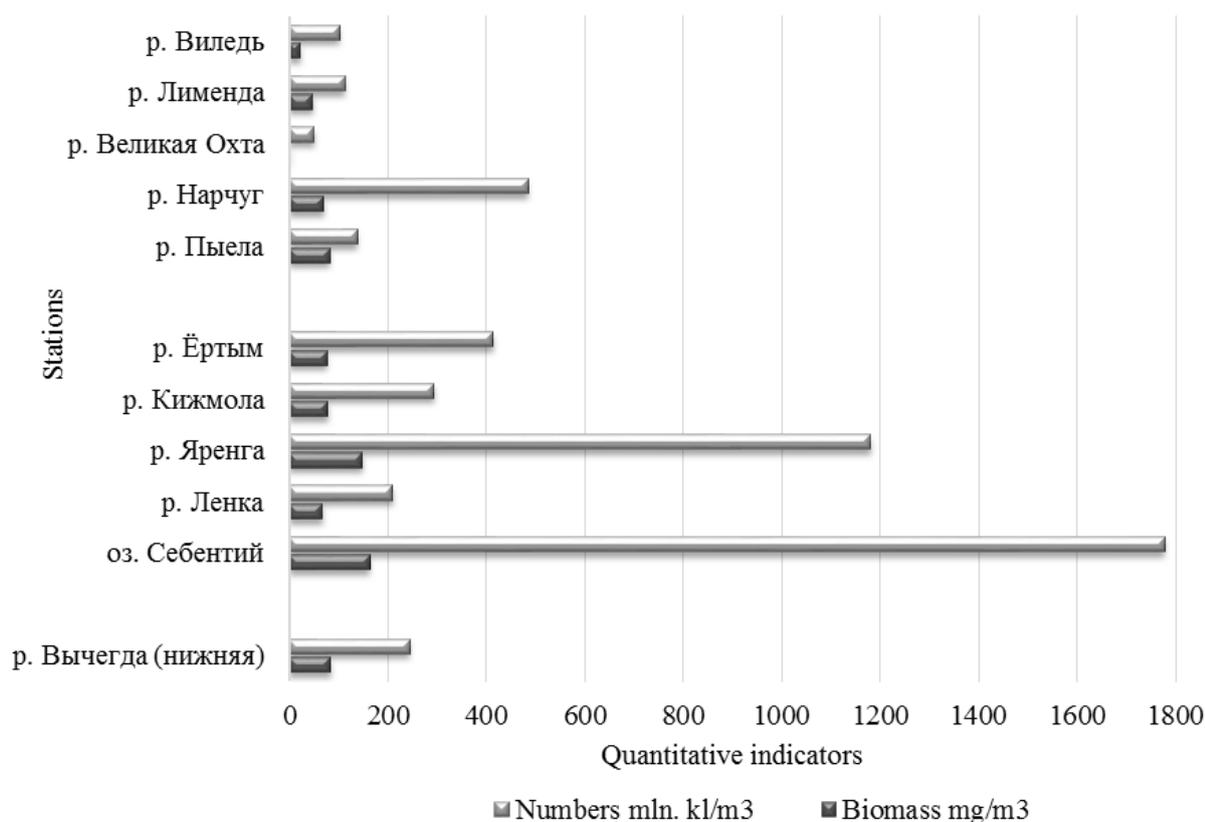


Рис. 3. Показатели численности и биомассы фитопланктона Нижней Вычегды и ее притоков, в августе 2021 г.

Fig. 3. Indices of abundance and biomass of phytoplankton in the Lower Vychehga River and its tributaries, in August 2021.

Таблица 2. Значения индексов биологического разнообразия фитопланктона в нижнем течении р. Вычегды и ее притоков в августе 2021 г.**Table 2.** Index values of phytoplankton biodiversity in the Lower Vychegda and its tributaries, in August 2021

	Станции Stations	Индекс Шеннона (H) Shannon Index (H)		Индекс Менхиник а (DMn) Menchinic Index (D _{Mn})	Индекс Пиелу (E) Pielu index (E)	Индекс Сапробности (S) Saprobility Index (S)
		По численности In terms of num- bers	По биомассе By biomass			
Главная река / The Main River	р. Вычегда (нижняя)	3.93	3.17	1.60	0.49	1.73
Правобережная часть бассейна реки / The rightbank part of the river basin	р. Ертым	3.63	1.75	1.24	0.35	1.84
	оз. Себентий	3.43	2.20	0.97	0.42	1.83
	р. Кижмола	4.02	2.33	1.52	0.44	1.78
	р. Яренга	3.77	2.40	1.20	0.44	1.70
	р. Ленка	3.46	2.66	1.36	0.52	1.70
	р. Виледь	4.17	2.46	2.17	0.74	1.92
Левобережная часть бассейна реки / The left bank of the river basin	р. Лименда	4.28	3.28	2.08	0.58	1.85
	р. Великая Охта	3.05	1.01	1.17	0.91	1.32
	р. Нарчуг	2.67	0.85	1.54	0.48	1.78
	р. Пыела	3.44	3.85	1.33	0.63	1.89

Был рассчитан индекс Пиелу (E), среднее значение которого составило – 0.54, что подтверждает неравномерное распределение видов по таксонам. Индекс сапробности (I) по индикаторным видам фитопланктона изменялся в пределах 1.32 – 1.92 и в среднем составил 1.75, что соответствует олигосапробной зоне. К ней относятся практически чистые водоемы: цветения не бывает, содержание кислорода и углекислоты не колеблется, на дне мало детрита, автотрофных организмов и бентосных животных (червей, моллюсков, личинок хирономид) [Шитиков, 2003 (Shitikov, 2003)].

Выявленные количественные и качественные показатели фитопланктонного сообщества р. Вычегда, совпадают с данными полученными в более ранних исследованиях [Обзор..., 2014 (Obzor..., 2014)].

Видовой состав зоопланктонных сообществ исследованных водоемов был представлен 15 зоопланктерами: Cladocera (ветвистоусые рачки) – 9 видов Copepoda (веслоногие рачки) – 4 вида; Rotatoria (колдовратки) – 2 вида. По коли-

чественному и качественному составу все зоопланктонные сообщества характеризовались как кладоцерно-копеподные, со значительным преобладанием кладоцер (табл. 3). В большинстве случаев в доминирующую группу входили мелкие веслоногие рачки *Chydorus sphaericus*, *Bosmina longirostris*, *Bosmina (Eubosmina) coregoni* и разнообразные дафнии. Исключение составили оз. Себентий (правый берег р. Вычегда) и р. Виледь (левый приток р. Вычегда), где в значительных количествах присутствовали мелкие циклопоиды *Thermocyclops oithonoides*. Количественные показатели зоопланктона были повсеместно невысоки и позволяют отнести р. Вычегда и ее притоки к олиготрофным водоемам [Китаев, 1984 (Kitaev, 1984)], малокормным для рыб-планктофагов [Пидгайко, 1968 (Pidgayko, 1968)].

Полученные данные полностью согласуются с исследованиями прошлых лет и соответствуют текущему вегетационному периоду. [Батурина, 2020 (Baturina, 2020)].

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исходя из выполненных первичных и современных исследований в рамках государственного контракта Министерства Агропромышленного комплекса и торговли Архангельской области – № 23_01_09_21 и 24_01_08_21 альгофлору данных водотоков можно охарактеризовать

как диатомово-зеленую с заметной долей содержания синезеленых водорослей. Анализ значений индексов показал сложность структуры и видового богатства альгоценозов, характерные для олиготрофных вод. По степени загрязненности все водотоки относятся к олигосапробным.

Таблица 3. Структура зоопланктонных сообществ в нижнем течении р. Вычегды и ее притоков (август 2021 г.)**Table 3.** Structure of zooplankton communities of the Vychegda River and its tributaries (August 2021)

Таксоны Taxons	р. Вычегда		Правобережная часть бассейна реки The right-bank part of the river basin		Левобережная часть бассейна реки The left bank of the river basin	
	Доля от общей численности, % Share of the total number, %	Доля от общей биомассы, % Share of total biomass, %	Доля от общей численности, % Share of the total number, %	Доля от общей биомассы, % Share of total biomass, %	Доля от общей численности, % Share of the total number, %	Доля от общей биомассы, % Share of total biomass, %
Cladocera	92	91.2	79.5	88.9	75	81.5
Copepoda	6	8.5	18.2	10.6	23	18.3
Rotatoria	2	0.3	2.3	0.5	2	0.2
Число видов Number of species	10		13		11	

Зоопланктонные сообщества исследованных водоемов характеризовались как кладоцернокопеподные, со значительным преобладанием кладоцер. Водоемы по уровню биомассы классифицировались как олиготрофные, малокармные для рыб-планктофагов.

Для более глубокого изучения экологического состояния водотоков необходимо продолжить исследования видового разнообразия, структуры, сезонной и межгодовой динамики планктонных сообществ р. Вычегда на регулярной и долгосрочной основе.

БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотрудникам Северного филиала ФГБНУ «ВНИРО»: Илларионову В. А., Тимофееву В. И. за отбор проб и Ливицкому А. Л. за проектирование и составление карта-схемы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумов В.А. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб.: Гидрометеоздат, 1992. 318 с.
- Батурина М.А., Кононова О.Н., Елсаков В.В. Гидробиологические характеристики рек Вычегодского бассейна в различных единицах ландшафтного деления // Принципы экологии. 2020. Вып. 1. С. 4–26.
- Батурина М.А., Кононова О.Н., Фефилова Е.Б., Хохлова Л.Г., Зиновьева А.Н. Изученность водных беспозвоночных крупных рек республики Коми (Печора и Вычегда) // Известия Коми научного центра УрО РАН. 2016. Вып. 3 (27). С. 42–53.
- Гецен М.В. Водоросли в экосистемах Крайнего Севера. Л.: Наука, 1985. 165 с.
- Дедусенко-Щеголева Н.Т. Зеленые водоросли. Класс Вольвоксковые // Ресурсы поверхностных вод СССР: Гидробиологическая изученность. Т. 3. Северный край // под ред. Н.М. Жила. Л.: Гидрометеоздат, 1965. 612 с.
- Забелина М.М. Диатомовые водоросли // Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Наука, 1951. Вып. 4. С. 620–623.
- Зверева О.С. Особенности биологии главных рек Коми АССР в связи с историей их формирования. Л.: Наука, 1969. 279 с.
- Китаев С.П. Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М.: Наука, 1984. 207 с.
- Кононова О.Н. Зоопланктон реки Вычегда (Республика Коми) // Биология внутренних вод. 2009. № 2. С. 47–55.
- Кордэ Н.В. Количественный планктон реки Вычегды // Изв. Коми фил. Всесоюз. гидробиол о-ва. 1959. Вып. 5. С. 111–120.
- Неверова-Дзюпак Е. Оценка трофического состояния поверхностных вод: монография. СПб.: СПбГАСУ, 2020. 33 с.
- Обзор загрязнения окружающей среды на территории деятельности ФГБУ «Северное УГМС» за 2013 год. Архангельск: ФГБУ «Северное УГМС», 2014. 236 с.
- Патова Е.Н., Стенина А.С., Стерлигова И.Н., Рябова Е.А. Фитопланктон водных объектов бассейна р. Вычегды // Биология внутренних вод. 2018. № 2. С. 11–19
- Пидгайко М.Л., Александров Б.М., Иоффе Ц.И. и др. Краткая биолого-продукционная характеристика водоемов северо-запада СССР // Известия ГосНИОРХ. 1968. Т. 67. С. 205–228.
- Садчиков А.П., Кудряшов М.А. Программа курса лекций по гидробиологии. М.: МАКС Пресс, 2004. С. 167–185
- Садчиков А.П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М.: Университет и школа, 2003. С. 155–157.
- Сафанова Т.А. Родовой спектр водорослей – показатель особенностей альгофлоры // Материалы VI закам. конф. по спор. раст. Тбилиси: Ин-т. бот. АН ГССР, 1983. С. 35–36

- Татаринов А.Г. Видовое разнообразие и методы его оценки: учеб. пособие. Сыктывкар: Изд-во Коми НЦ УрО РАН, 2010. 40 с.
- Шаров А.Н. Фитопланктон водоемов Кольского полуострова. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2004. 113 с.
- Шитиков В.К. Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.
- Шкорбатов Л.А. Определитель пресноводных водорослей СССР. М.: Наука, 1959. Вып. 8. С. 223–230.
- Шуберт Р. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем. М.: Мир, 1998. 348 с.
- Pielou E.C. The measurement of diversity in different types of biological collection // *Journal of Theoretical Biology*. 1966. Vol. 13. P. 131–144.
- WoRMS (World Register of Marine Species. 2018-12-09. DOI: 10.14284/170)

REFERENCES

- Abakumov V.A. Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnyh ekosistem [Guidance on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat, 1992. 318 p. (In Russian)
- Baturina M.A., Kononova O.N., Elsakov V.V. Hydrobiological characteristics of the rivers of the Vychegodsk basin in different units of landscape division. *Principles of Ecology*, 2020, vol. 1, pp. 4–26. (In Russian)
- Baturina M.A., Kononova O.N., Fefilova E.B., Khokhlova L.G., Zinovieva A.N. Study of aquatic invertebrates of large rivers of the Komi Republic (Pechora and Vychegda). *Proceedings of the Komi Scientific Center UB RAS*, 2016, vol. 3 (27), pp. 42–53. (In Russian)
- Dedusenko-Shchegoleva N.T. Green algae. Volvox class. *Surface water resources of the USSR: hydrological study. Vol. 3, North Territory*. L., Hydrometeoizdat, 1965. 612 p. (In Russian)
- Getsen M.V. Vodorosli v ekosistemah Krajnego Severa [Algae in the ecosystems of the Far North]. Leningrad, Nauka, 1985. 165 p. (In Russian)
- Kitaev S.P. Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer raznyh prirodnyh zon [Ecological bases of bioproductivity of lakes of different natural zones]. Moscow, Nauka, 1984. 207 p. (In Russian)
- Kononova O.N. Zooplankton of the Vychegda River (Komi Republic). *Inland Waters Biology*, 2009, vol. 2, pp. 47–55. (In Russian)
- Korde N.V. Kolichestvennyj plankton reki Vychegdy [Quantitative plankton of the Vychegda River]. *Izv. Komi branch of All-Union Hydrobiological Society*, 1959, vol. 5, pp. 111–120. (In Russian)
- Neverova-Dziopak E. Ocenka troficheskogo sostoyaniya poverhnostnyh vod: monografiya [Evaluation of the trophic state of surface waters: a monograph]. SPb, SPbGASU, 2020. 33 p. (In Russian)
- Obzor zagryazneniya okruzhayushchej sredy na territorii deyatelnosti FGBU “Severnoe UGMS” za 2013 god [Review of Environmental Pollution in the Territory of the Federal State Budgetary Institution “Northern UGMS” for 2013]. Arkhangel'sk, Federal State Budgetary Institution “Northern UGMS”, 2014. 236 p. (In Russian)
- Patova E.N., Stenina A.S., Sterligova I.N., Ryabova E.A. Phytoplankton of water bodies in the Vychegda River basin. *Inland Waters Biology*, 2018, vol. 2, pp. 11–19. (In Russian)
- Pidgayko M.L., Aleksandrov B.M. Ioffe C.I. et al. A brief biologically productive characteristic of water bodies in the northwest of the USSR. Leningrad, *Izvestiya GosNIORKh*, 1968, vol. 67, pp. 205–228. (In Russian)
- Pielou E.C. The measurement of diversity in different types of biological collection. *Journal of Theoretical Biology*, 1966, vol. 13, pp. 131–144.
- Sadchikov A.P. Metody izucheniya presnovodnogo fitoplanktona: metodicheskoe rukovodstvo [Methods for studying freshwater phytoplankton: a methodical guide]. Moscow, University and School, 2003, pp. 155–157. (In Russian)
- Sadchikov A.P., Kudryashov M.A. Program of lectures on hydrobotany. Moscow, MAKS Press, 2004, pp. 167–185. (In Russian)
- Safanova T.A. Genus spectrum of algae – indicator of algaeflora peculiarities. *Proceedings of VI Transcaucasian Conference on Spor.* Tbilisi, In-t. bot AN GSSR, 1983. pp. 35–36. (In Russian)
- Schubert R. Bioindikaciya zagryaznenij nazemnyh ekosistem [Bioindication of pollution of terrestrial ecosystems]. Moscow, Mir, 1998, 348 p. (In Russian)
- Sharov A.N. Fitoplankton vodoemov Kol'skogo poluostrova [Phytoplankton of water reservoirs of the Kola Peninsula]. Petrozavodsk, Karelian scientific center of RAS, 2004, 113 p. (In Russian)
- Shitikov V.K. Kolichestvennaya gidroekologiya: metody sistemnoj identifikacii [Quantitative hydroecology: methods of system identification]. Togliatti, IEB RAS, 2003, 463 p. (In Russian)
- Shkorbatov L.A. Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR [A definer of freshwater algae of the USSR]. Moscow, Nauka, 1959, vol. 8, pp. 223–230. (In Russian)
- Tatarinov A.G. Vidovoe raznoobrazie i metody ego ocenki: ucheb. posobie [Species diversity and methods of its assessment: manual]. Syktывkar, Izd-vo Komi NC UrO RAN, 2010, 40 p. (In Russian)
- WoRMS (World Register of Marine Species. 2018-12-09. doi: 10.14284/170)
- Zabelina M.M. Diatomovye vodorosli [Diatom algae]. *Opredelitel' presnovodnyh vodoroslej SSSR*. Moscow, Nauka, 1951, vol. 4. pp. 620–623. (In Russian)
- Zvereva O.S. Osobennosti biologii glavnyh rek Komi ASSR v svyazi s istoriej ih formirovaniya [Peculiarities of biology of the main rivers of the Komi ASSR in connection with the history of their formation]. Leningra, Nauka, 1969. 279 p. (In Russian)

CURRENT STATE OF PLANKTON COMMUNITIES OF THE LOWER VYCHEGDA RIVER AND ITS TRIBUTARIES

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

Northern Branch of FGBNU VNIRO,

163002 Arkhangelsk, Uritskogo str. 17, e-mail: medvedeva23@pinro.ru

Revised 28.03.2022

The work is a part of the comprehensive studies of the rivers and lakes of the south-east of the Arkhangelsk region, carried out in 2021 for the purpose of development of aquaculture of inland water bodies. The data on the species diversity and structure of plankton communities of freshwater bodies belonging to the Vychegda River watershed were obtained. Taxonomic composition of phytoplankton in summer period of 2021 was shown. Species diversity was estimated using Shannon index based on relative abundance of species, Menchinic index to determine species abundance, and Jaccard's similarity coefficient. Pantle-Bucca saprobicity index was calculated to assess pollution of natural waters. Evaluation of watercourses trophicity based on the obtained indicators of phytoplankton and zooplankton was carried out. We have identified 192 taxa of microalgae from 8 divisions and 15 species of zooplankton from three systematic groups. Green and diatom algae were found to be the basis of the algaeflora. The zooplankton community was cladoceric-copepodic. New data on the state of the phytoplankton community can serve as an informational and methodological basis for the development of ecological monitoring programs for the aquatic ecosystems of the region. The results of the research can be used to assess the fish productivity of the Arkhangelsk region water bodies and to calculate the damage to aquatic bioresources from economic activities.

Keywords: phytoplankton, zooplankton, species diversity, taxonomic groups, indices, Vychegda river basin