

УДК 574.583(470.344)

ЗООПЛАНКТОН р. БОЛЬШОЙ ЦИВИЛЬ (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ) В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И УВЕЛИЧЕНИЯ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

В. Н. Подшивалина

Чувашский государственный педагогический университет им. И. Я. Яковлева

Россия, 428000, Чебоксары, К. Маркса, 3

E-mail: vpodsh@newmail.ru

Поступила в редакцию 14.04.09 г.

Зоопланктон р. Большой Цивиль (Среднее Поволжье) в условиях изменения гидрологического режима и увеличения антропогенной нагрузки. – Подшивалина В. Н. – Исследованы состав и структура зоопланктона р. Большой Цивиль (Б. Цивиль). Произведен сравнительный анализ полученных данных с результатами исследования данного участка реки А. С. Морозовым в 1913 – 1914 гг., в период зарегулирования русла плотинами водяных мельниц. В фауне по-прежнему отмечается значительное количество индикаторов эвтрофных условий и преобладание коловраток. На современном этапе уменьшилась средняя индивидуальная масса зоопланктонного организма, увеличилась сапробность, в трофической структуре большее значение приобрели добывающие пищу с поверхности субстрата вторичные фильтраторы и собиратели. Перечисленные изменения могут свидетельствовать об усилении загрязненности р. Б. Цивиль биогенными и органическими веществами. Данные характеристики как наиболее чувствительные могут быть использованы для дальнейшего мониторинга р. Б. Цивиль, а также для наблюдения за состоянием малых рек данного региона.

Ключевые слова: зоопланктон, малые реки, Среднее Поволжье.

Zooplankton of the Bolshoy Tsivil river (Middle Volga region) under a changing hydrological mode and an increasing anthropogenic load. – Podshivalina V. N. – The Bolshoy Tsivil river zooplankton composition and structure have been studied. The main factors are compared with A. S. Morozov's research of this river part within 1913 – 1914, when it was a water-mill dam regulated stream. The fauna still features a significant number of eutrophic water indicators, and Rotifera prevails as before. The zooplankton average weight has decreased, while the saprogenicity has increased. Surface food secondary filtrators and grazers have gotten a higher profile in the trophic structure. Such transformations can be evidence of the increasing river pollution of the Bolshoy Tsivil with biogenic and organic matter. The listed characteristics, as most sensitive, can be used for further monitoring of the Bolshoy Tsivil condition and for state estimation of other minor rivers of this region.

Key words: zooplankton, minor rivers, Middle Volga region.

ВВЕДЕНИЕ

По территории Чувашской Республики полностью или частично протекает 2356 рек и ручьев, суммарная протяженность которых составляет 8650 км (Арчиков, Трифонова, 2002). Река Цивиль – правый приток Волги, расположенный между бассейнами рек Суры и Свияги и протекающий по территории лесостепной провинции Приволжской возвышенности. Длина водотока составляет 172 км, водосборная площадь – 4658 км² (Материалы..., 1959).

Целенаправленное изучение бассейна и фауны гидробионтов р. Цивиль впервые было проведено в 1913 – 1914 гг. А. С. Морозовым (1915) в рамках исследова-

ний пресноводной фауны Казанской губернии Обществом естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. В настоящее время р. Цивиль и ее бассейн являются объектами мониторинговых исследований. По величине ИЗВ вода реки относится к 5-му классу («грязные воды») (Доклад..., 2008). Традиционными загрязнителями, содержание которых превышает ПДК, являются марганец, железо, медь, никель, алюминий, молибден, нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества. Кислородный режим в реке удовлетворительный (Доклад..., 2008). Основными источниками загрязнения являются сточные воды расположенных на водосборе населенных пунктов и сельскохозяйственных предприятий.

Территория бассейна реки характеризуется сильным развитием плоскостной и линейной эрозии (Мониторинг..., 2007). Ситуация усугубляется тем, что более половины площади водосбора в настоящее время распахан.

Как показали исследования (Десятков и др., 2007), морфометрические, гидрологические характеристики р. Цивиль и ее водосбор за почти столетний период наблюдений претерпели существенные преобразования в связи с изменением регулирования ее стока. Подобные трансформации отмечаются для многих малых рек, расположенных на территориях с относительно высокой плотностью населения. Тем не менее, данных о сопровождающих эти процессы изменениях состава и структуры сообществ гидробионтов за относительно продолжительный период явно недостаточно для составления долгосрочных прогнозов развития экосистем малых рек. В связи с этим представляется актуальным изучение тенденций изменения фауны зоопланктона малых рек в зоне интенсивного преобразования их русла на примере участка среднего течения р. Цивиль – Большой Цивиль.

В начале XX в. в среднем течении (с. Именево) река была зарегулирована мельничной плотиной. Ниже плотины вследствие регулярных спусков воды образовался омут. По морфометрическим параметрам выше и ниже плотины С. А. Морозовым (1915) было выделено три участка: «Верхний Цивиль» (располагался выше плотины, глубина 3 – 4 м, ширина 45 – 50 м), «Цивиль-Озеро» (омут ниже плотины, глубина 10 м) и «Нижний Цивиль» (участок реки ниже омута, ширина на большей части не более 24 м, глубина 0.5 м).

В июне – июле 1913 г. А. С. Морозовым были отобраны пробы на 14 станциях, в 1914 г. – на пяти. Дополнительно, для сравнения 5 проб было взято в 10 км выше по течению основного участка, в районе мельницы у с. Алманчино. Кроме этого на зарегулированном участке, расположенном в 10 км выше участка «Верхний Цивиль» (с. Алманчино), в 1914 г. было собрано 5 проб. А. С. Морозовым были приведены списки видов с указанием их соотношения по численности. На основе этих данных нами были подсчитаны основные структурные показатели зоопланктона р. Цивиль на период 1913 – 1914 гг.

В течение XX в. на исследуемом участке реки произошли существенные изменения русла, связанные с ликвидацией плотины. Это привело к смене гидрологического режима и морфометрических характеристик (уровень воды ниже плотины снизился на 5 – 6 м, омут отсутствует), более интенсивному проявлению абразионных процессов, выраженных боковой эрозией берегов (Десятков и др., 2007).

В настоящее время ширина русла составляет 18 – 20 м. Средняя скорость течения в 2007 г. изменялась в интервале 0.36 – 0.68 м/с (Суин М. В., устное сообщение).

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В разные сезоны вегетационных периодов 2002 – 2007 гг. на 17 станциях была исследована р. Б. Цивиль. Особое внимание было уделено среднему течению реки, расположенному между притоками Большая и Малая Шатьма, на котором в 1913 – 1914 гг. подобные исследования были проведены А. С. Морозовым.

Отбор и камеральная обработка проб производились согласно стандартной методике (Методика..., 1975). Доминанты выделялись на основе функции рангового распределения (Федоров и др., 1977) по данным о доле вида в общей численности и биомассе. Комплекс доминирующих видов составляли из всех таксонов, в разное время входящих в состав доминантов на данном участке водотока. Для оценки разнообразия, а также сложности трофической структуры зоопланктонного сообщества использовали индекс Шеннона (Андроникова, 1996). Фаунистическое сходство устанавливали на основе индекса Чекановского–Сьеренсена (Песенко, 1982). Индивидуальные массы организмов определялись по степенным уравнениям, связывающим их длину с массой (Балушкина, Винберг, 1979). Трофические группы животных были выделены в соответствии с классификацией, разработанной Ю. С. Чуйковым (1981). Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека (Slàdecek, 1973, 1983). Достоверность отличий между выборками определяли с помощью парного критерия Вилкоксона (Зайцев, 1984).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Таксономическая структура фауны зоопланктона. В составе фауны зоопланктона исследованного участка р. Б. Цивиль в 1913 – 1914 и 2002 – 2007 гг. выявлено 50 видов беспозвоночных, в том числе 31 вид Rotifera, 5 видов Copepoda, 14 видов Cladocera (табл. 1). В оба периода зафиксировано примерно равное количество видов. Однако сходство фаун относительно невысокое: индекс Чекановского – Сьеренсена составил 0.46. Это может свидетельствовать о коренных изменениях в составе зоопланктоценоза р. Б. Цивиль в связи со сменой гидрологического режима. Однако соотношение видового богатства основных систематических групп не претерпело значимых перемен (исключение составили вдвое сократившие свое видовое богатство ветвистоусые ракообразные). По-прежнему доминируют Rotifera, среди которых широко представлены виды прудового комплекса (Андроникова, 1996), свидетельствующие о высоком содержании органических и биогенных веществ (виды р. *Brachionus*, *Keratella. quadrata*, *Filinia longiseta*). Одновременно обнаружена коловратка, предпочитающая олиготрофные условия – *C. unicornis* (менее 1% от общей численности) (Андроникова, 1996). В зоопланктоценозе появились ведущие прикрепленноплавающий образ жизни, сносимые течением коловратки р. *Rotaria* и зарослевые формы (виды р. *Trichocerca*). Существенная доля коловраток в видовом богатстве, количество индикаторов эвтрофных условий, значительно превышающее число индикаторов олиготрофности, свидетельст-

вуют об относительно высокой загрязненности вод органическим веществом. Причем это наблюдалось в оба периода исследований.

Таблица 1

Состав фауны зоопланктона р. Б. Цивиль

Таксон	1913 – 1914 гг. (Морозов, 1915)	2002 – 2007 гг. (наши данные)	Сапробность
1	2	3	4
Тип Rotifera			
Класс Eurotatoria De Ridder, 1957			
Подкласс Eurotatoria Bartos, 1959			
Отряд Saeptiramida Markevich, 1990			
Сем. Trichocercidae Harring, 1913			
<i>Trichocerca pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	–	+	–
<i>T. tenuior</i> (Gosse, 1886)	–	+	–
Сем. Synchaetidae Hudson et Gosse, 1886			
<i>Polyarthra vulgaris</i> Carlin, 1943	+	–	–
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+	–	–
<i>S. tremula</i> (O.F. Muller, 1786)	+	+	–
Отряд Transversiramida Markevich, 1990			
Сем. Brachionidae Ehrenberg, 1838			
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	β
<i>K. irregularis</i> (Lauterborn, 1898)	–	+	–
<i>K. quadrata</i> (O.F. Muller, 1786)	+	+	β
<i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879)	–	+	о
<i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+	β–α
<i>B. calyciflorus</i> Pallas, 1766	+	+	–
<i>B. diversicornis</i> (Daday), 1883	+	+	–
<i>B. quadridentatus</i> Hermann, 1783	+	+	β
<i>B. urceolaris</i> Muller, 1773	+	–	–
<i>B. urceus</i> (Linnaeus, 1758)	+	+	–
Сем. Euchlanidae Ehrenberg, 1838			
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	–	+	–
<i>Euchlanis lyra</i> Hudson, 1886	+	+	–
Сем. Lecanidae Remane, 1933			
<i>Lecane cornuta</i> (O.F. Muller, 1786)	+	–	–
<i>L. luna</i> (Muller, 1776)	+	+	о-β
<i>L. lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	–
<i>L. quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	+	–	–
Отряд Protoramida Markevich, 1990			
Сем. Conochilidae Harring, 1913			
<i>Conochilus unicornis</i> Roussellet, 1892	+	+	о
Отряд Saltiramida Markevich, 1990			
Сем. Asplanchnidae Eckstein, 1883			
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	–	–
Отряд Protoramida Markevich, 1990			
Сем. Filinidae Harring et Myers, 1926			
<i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+	+	β–α
Сем. Testudinellidae Harring, 1913			
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+	+	β
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	+	–	β

Продолжение табл. 1

1	2	3	4
<i>Pompholyx sulcata</i> Hudson, 1885	+	–	β
Сем. Hexarthridae bartos, 1959			
<i>Hexarthra mira</i> (Hudson, 1871)	+	–	β
Subclass Archeorotatoria markevich, 1990			
Отряд Bdelloida Hudson, 1884			
Сем. Philodinidae Bryce, 1884			
<i>Rotaria rotatoria</i> (Pallas, 1766)	–	+	–
<i>R. sp.</i>	–	+	–
<i>Philodina acuticornis</i> Murray, 1906	–	+	–
Тип Arthropoda			
Надкласс Crustacea Brunnich, 1772			
Класс Branchiopoda Latreille, 1816			
Надотряд Cladocera Latreille, 1829			
Отряд Ctenopoda Sars, 1865			
Сем. Sididae Baird, 1850			
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	+	–	α-β
Отряд Anomopoda Sars, 1865			
Сем. Daphniidae Straus, 1820			
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	–	+	β
<i>D. sp.</i>	+	–	–
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Muller, 1776)	+	–	β
<i>Ceriodaphnia sp.</i>	+	–	–
Сем. Moinidae Goulden, 1968			
<i>Moina macrocopa</i> (Straus, 1820)	+	–	α
Сем. Macrothricidae Norman et Brady, 1867			
<i>Macrothrix hirsuticornis</i> Norman et Brady, 1867	–	+	β
<i>M. laticornis</i> Jurine, 1820	+	–	β
<i>M. rosea</i> (Lievin, 1848)	+	–	α-β
Сем. Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894			
<i>Alona quadrangularis</i> (O.F. Muller, 1776)	+	–	α-β
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Muller, 1785)	–	+	α-β
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	–	+	α
Сем. Bosminidae Sars, 1865			
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Muller, 1776)	+	+	α-β
Отряд Haplopoda Sars, 1865			
Сем. Leptodoridae Lilljeborg, 1861			
<i>Leptodora kindtii</i> (Focke, 1844)	+	–	α-β
Класс Maxillopoda Edwards, 1840			
Подкласс Copepoda Edwards, 1840			
Надотряд Gymnoplea Giesbrecht, 1834			
Отряд Calanoida Sars, 1903			
Сем. Diaptomidae Sars, 1903			
<i>Eudiaptomus gracilis</i> (Sars, 1862)	+	–	–
Надотряд Podoplea Giesbrecht, 1834			
Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834			
Сем. Cyclopidae Dana, 1846			
Подсем. Eucyclopinae Kiefer, 1927			
<i>Eucyclops macrurus</i> (Sars, 1863)	–	+	–
<i>Paracyclops affinis</i> (Sars, 1863)	–	+	–
Подсем. Cyclopinae Burmeister, 1834			
<i>Cyclops s. strenuus</i> Fischer, 1851	+	–	β-α

Окончание табл. 1

1	2	3	4
Отряд Harpacticoida Sars, 1903			
Подотряд Oligoarthra Lang, 1944			
Сем. Canthocamptidae Sars, 1906			
<i>Canthocamptus s. staphylinus</i> (Jurine, 1820)	–	+	–
Итого Rotifera	22	23	
Итого Copepoda	2	3	
Итого Cladocera	10	5	
Всего	34	31	

В 2002 – 2007 гг. в зоопланктоне и по численности, и по биомассе доминируют характерные для загрязняемых органическим веществом вод виды Rotifera: *Rotaria* sp. в Верхнем Цивиле в 2002 г. (43.5 – 44.4% от общей численности), *R. rotatoria* там же в 2007 г. (60.1 – 98.3%), *B. quadridentatus* в 2002 г. в Верхнем (26.1 – 33.3%) и Нижнем Цивиле (67.2%), *B. diversicornis* в 2007 г. в Верхнем Цивиле (42.9%).

В 1913 – 1914 гг. состав доминант был более разнообразным, включающим представителей из числа ракообразных. Так, в Верхнем Цивиле в эту группу входили *Daphnia* sp. (29.1 – 88.0% в 1913 г., 46.0% в 1914 г.), *C. s. strenuus* (44.6% в 1913 г., 45.3% в 1914 г.), *B. longirostris* (65.1% в 1913 г.), *D. brachyurum* (49.5% в 1914 г.), в Нижнем Цивиле *Daphnia* sp. (33.9% в 1913 г.), *B. longirostris* (64.6 – 71.4% в 1913 г.). В Цивиль-Озере в начале XX в. преобладали коловратки *F. longiseta* (42.0%), *K. quadrata* (37.4 – 39.8%), *A. priodonta* (46.2 – 77.7%).

Итак, в составе доминирующих форм в Верхнем Цивиле на протяжении всего периода исследований отмечены представители р. *Daphnia* (в 2007 г. – только по биомассе). В 2002 – 2007 гг. комплекс доминантов пополнился коловратками *R. rotatoria*, *B. diversicornis*, *B. quadridentatus*, присутствие которых может быть следствием изменения гидрологического режима реки и увеличения органической нагрузки. Аналогичный состав доминантов указывался для участков малых рек, подверженных воздействию сточных вод (Экосистема..., 2007). В Нижнем Цивиле доминирование перешло от ракообразных к коловраткам.

Таким образом, на всем протяжении исследованного участка реки состав доминирующих форм изменился в сторону повышения роли Rotifera. Сходная картина изменения фауны с начала XX в., выражающаяся в появлении в составе доминант ранее малочисленных и стойких к загрязнению и эвтрофированию видов р. *Brachionus*, наблюдалась и в зоопланктоне малых рек лесостепной и степной зон Украины (Полищук и др., 1975).

Видовое разнообразие. В целом сообщества зоопланктона в разные периоды исследований не отличаются особым разнообразием и выравненностью, о чем свидетельствуют значения индексов Шеннона (табл. 2). В 1913 – 1914 гг. можно проследить некоторую тенденцию к увеличению разнообразия вниз по течению. Выявленные закономерности сходны с таковыми для аналогичных рек (Крылов, 2005). В 1914 г. разнообразие зоопланктона увеличивалось, достигая на среднем и нижнем участках значений, указанных А. М. Гиляровым (1972) для мезотрофных

ЗООПЛАНКТОН р. БОЛЬШОЙ ЦИВИЛЬ (СРЕДНЕЕ ПОВОЛЖЬЕ)

озер. В тот год уровень воды значительно снизился вследствие продолжительного засушливого периода и участки реки стали относительно обособленными, с замедленным течением (Морозов, 1915). В 2002 – 2007 гг. индекс Шеннона по биомассе указывает на сходные с 1913 – 1914 гг. изменения в структуре зоопланктоценоза. Однако индекс, вычисленный по численности, свидетельствует о снижении разнообразия вниз по течению. Подобная ситуация, отличная от данных предыдущего периода исследований, может быть следствием усиления антропогенной нагрузки на водосбор и сам водоток, что привело к изменению естественных процессов в реке.

Таблица 2

Показатели структуры зоопланктона р. Б. Цивиль
(индекс разнообразия Шеннона по численности (HN , бит) и биомассе (HB , бит),
средняя индивидуальная масса организма (W , $\text{мг} \cdot 10^{-3}$), индекс сапробности (S))

Год	Верхний Цивиль				Цивиль-Озеро				Нижний Цивиль			
	HN	HB	W	S	HN	HB	W	S	HN	HB	W	S
1913	1.84	1.23	5.42	1.91	1.77	1.18	1.95	1.54	2.14	1.51	2.94	1.70
1914	2.53	1.68	5.52	1.77	2.63	2.14	1.50	1.75	2.73	1.90	1.49	1.88
1914 А*	1.43	0.80	4.54	2.23	1.93	1.09	1.34	1.57	2.03	1.33	1.20	1.70
2002	2.11	1.82	0.40	2.81	—**	—	—	—	1.51	1.91	0.34	2.09
2007	1.90	1.09	3.80	1.44	—	—	—	—	1.88	1.37	1.36	1.50

*А – Алманчино; ** – данные отсутствуют.

Размерная структура. В 1914, 2002 – 2007 гг. отмечено уменьшение средней индивидуальной массы планктонного животного вниз по течению (за исключением 2002 г.), что обусловлено увеличением доли коловраток по продольному профилю исследуемого участка реки (см. табл. 2).

Только в маловодный 1914 г. выявлены достоверные ($p < 0.04$) отличия в размерной структуре зоопланктоценозов отдельных участков р. Б. Цивиль. Это может косвенно свидетельствовать о том, что в условиях меньшей проточности формируются относительно обособленные зоопланктоценозы. Показатели средней индивидуальной массы организма свидетельствуют также о тенденции «измельчания» зоопланктеров в верховье, что может быть следствием выравнивания условий существования гидробионтов вдоль всего исследованного участка реки и влиянием скорости течения. Еще в начале XX в. значения данной характеристики размерной структуры сообщества были сопоставимы с таковыми для олиготрофных озер (Андроникова, 1996).

Индекс сапробности не позволяет выявить четкие закономерности изменения загрязнения вод органическим веществом (см. табл. 2). Однако можно проследить резкие отличия величины индекса сапробности в разные периоды исследований. В 1913 – 1914 гг. воды характеризовались как β -мезосапробные (индекс сапробности варьировал в пределах 1.57 – 2.23). Наиболее загрязненным рассматриваемый участок реки был в 2002 г. (β - α -мезосапробная зона; индекс сапробности составил 2.09 – 2.81). К 2007 г. воды можно было отнести к олиго- β -мезосапробной зоне (индекс сапробности изменялся в диапазоне 1.44 – 1.50), что может быть вызвано

увеличением скорости течения (0.26 – 0.29 м/с (Мониторинг..., 2007)) почти вдвое по сравнению с 2002 г.

Соотношение основных групп зоопланктона по биомассе. В 1913 г., когда гидрологические условия на отдельных участках в значительной степени различались, на проточных Верхнем и Нижнем Цивиле доминировали Cladocera (соответственно 45.53 и 68.20% от общей биомассы), а в расширении русла реки ниже плотины было отмечено массовое развитие Rotifera (84.41%). В менее водный сезон 1914 г. на Именевском участке реки, независимо от положения относительно плотины, соотношение основных таксономических групп зоопланктона по биомассе было относительно однородным при доминировании Copepoda (49.08 – 61.67%). В районе Алманчинской мельницы до плотины основу биомассы зоопланктона составляли Cladocera (84.1%), ниже по течению преобладали Rotifera (81.57 – 85.20%).

В 2002 – 2007 гг. доля таксономических групп зоопланктонов на всем протяжении рассматриваемой части реки была практически одинаковой, наибольший вклад в суммарную биомассу стали вносить коловратки (65.42 – 89.48%). Аналогичная картина наблюдается и на других малых реках Чувашской Республики (в том числе притоках р. Б. Цивиль), испытывающих высокую антропогенную нагрузку (Подшивалина, 2008), а также на загрязняемых участках малых рек и водоемов других регионов (Андроникова, 1996). Вероятно, высокие уровни развития коловраточного планктона на участке Цивиль-Озеро, расположенном ниже плотины, в период зарегулирования стока реки обусловлен сносом органического вещества из вышерасположенных местообитаний с замедленным течением и его накоплением, тогда как аналогичные показатели на современном этапе исследований могут быть следствием увеличения скорости течения и загрязненности реки.

Трофическая структура. В 1913 – 1914 гг. соотношение между трофическими группами на всех участках реки было более выравненным. Об этом свидетельствует информационный индекс трофического разнообразия, который в среднем составил 1.42 бита, что вдвое превышало усредненное значение индекса в 2002 – 2007 гг. (0.73 бита). Добывающие пищу в толще воды первичные фильтраторы в 1913 г. доминировали в Верхнем (53.3%) и Нижнем Цивиле (68.2%), где также значимую роль играли организмы, осуществляющие активный захват (соответственно 36.26 и 15.94%). Годом позже значение этих организмов также было существенно (соответственно 41.86 и 21.43%). Иным было соотношение групп ниже Алманчинской мельницы, где преобладали коловратки, для которых характерен захват с последующим всасыванием пищи (75.2 – 78.3%). На современном этапе развития реки в зоопланктоне доминируют коловратки-вертикаторы (индикаторы эвтрофных условий виды р. *Brachionus*, р. *Rotaria*, *Keratella quadrata*) (65.4 – 99.9%), стали более заметны ранее составлявшие менее 1% суммарной биомассы вторичные фильтраторы (*D. rostrata*, *C. sphaericus*) (до 20.1%) и собиратели (*P. affinis*, *E. macrurus*) (до 4.5%). Подобные тенденции отмечены для участков малых рек, подвергающихся загрязнению в течение длительного времени (Крылов, 2005). Кроме того, обилие данных групп в составе планктона может быть следствием «вымывания» зарослевых и донных форм.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структура фауны зоопланктона (соотношение видового богатства основных таксономических групп) за вековой период изменилась незначительно. Самым существенным отличием является уменьшение разнообразия Cladocera. Несмотря на то, что видовой состав существенно трансформировался, по-прежнему отмечается значительное количество индикаторов эвтрофных условий и преобладание коловраток. Роль последних повысилась как в доминирующем комплексе видов, так и в суммарной биомассе. Это отразилось и на размерной структуре зоопланктоценоза, и на показателях сапробности. На современном этапе в трофической структуре большее значение приобрели добывающие пищу с поверхности субстрата вторичные фильтраторы и собиратели. Перечисленные изменения могут свидетельствовать об усилении загрязненности р. Б. Цивиль вследствие избыточного поступления в нее биогенных и органических веществ, а также об изменении гидрологического режима. Данные характеристики как наиболее чувствительные могут быть использованы для дальнейшего мониторинга состояния р. Б. Цивиль, а также для наблюдения за состоянием морфометрически сходных малых рек данного региона.

В период зарегулирования русла реки наблюдалось увеличение показателей разнообразия зоопланктоценоза, уменьшение средней индивидуальной массы организма вниз по течению. Участок, расположенный ниже плотины, в значительной мере отличался от выше- и нижерасположенных по соотношению основных групп зоопланктона, а также трофических групп, выделенных по способу добывания пищи в суммарной биомассе. Перечисленные характеристики указывают на сходство сообщества зоопланктона данного участка с современным, что может быть обусловлено аналогичными условиями проточности.

На основании проведенных исследований можно предположить, что выявленные тенденции в изменении состава и структуры фауны зоопланктона в ближайшее время сохранятся.

Автор выражает искреннюю признательность Н. Г. Шевелевой за обсуждение результатов исследований, О. Ю. Деревенской за консультации в процессе работы, а также А. В. Дмитриеву, Г. Н. Исакову и Л. А. Сироткиной за помощь в сборе материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Андроникова И. Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб. : Наука. С.-Петербург. отд-ние, 1996. 189 с.
- Арчиков Е. И., Трифонова З. А. География Чувашской Республики. Чебоксары : Чуваш. кн. изд-во, 2002. 159 с.
- Балушкина Е. В., Винберг Г. Г. Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л. : Наука. Ленингр. отд-ние, 1979. С. 58–72.
- Гиляров А. М. Классификация северных озер на основе данных по зоопланктону // Гидробиол. журн. 1972. № 2. С. 5 – 14.
- Десятсков Д. Ю., Суин М. В., Данилова И. В. Некоторые морфометрические параметры р. Большой Цивиль Чувашской Республики // Природа Европейской России : исследования

молодых ученых : материалы Всерос. науч.-практ. конф. Чебоксары : Риком-Дизайн, 2007. С. 145 – 148.

Доклад «Об охране окружающей среды Чувашской Республики в 2007 году» / М-во природных ресурсов и экологии Чувашской Республики. Чебоксары : Новое время, 2008. 132 с.

Зайцев Г. Н. Математическая статистика в экспериментальной ботанике. М. : Наука, 1984. 424 с.

Крылов А. В. Зоопланктон равнинных малых рек. М. : Наука, 2005. 263 с.

Материалы по длинам малых рек Среднего Поволжья // Тр. Казан. фил. АН СССР. Сер. Энергетика и водное хозяйство. 1959. Вып. 2. 417 с.

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоемов. М. : Наука, 1975. 240 с.

Морозов А. С. Река Цивиль и ее обитатели. Казань : Типо-литография Императорского ун-та, 1915. 198 с.

Мониторинг экологического состояния малых рек Чувашской Республики (Цивиль, Кубня, Люля, Киря) // Экол. вестн. Чувашской Республики. 2007. Вып. 58. 159 с.

Песенко Ю. А. Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М. : Наука, 1982. 288 с.

Подшивалина В. Н. Зоопланктон некоторых малых рек Чувашской Республики // Эко-системы малых рек : биоразнообразие, экология, охрана : лекции и материалы докл. Всерос. школы-конф. Ярославль : Принтхаус, 2008. С. 231 – 234.

Полищук В. В., Радзимовский Д. А., Коненко А. Д., Клоков В. М., Литвинов М. А., Синайская Т. М., Гарасевич И. Г., Травянка В. С. Оценка изменений в состоянии ценозов малых рек Украины в условиях загрязнения, эвтрофирования и изменения водности // Биологическое самоочищение и формирование качества воды. М. : Наука, 1975. С. 88 – 91.

Федоров Е. Д., Кондрин Е. К., Левич А. П. Ранговое распределение фитопланктона Белого моря // Докл. АН СССР. 1977. Т. 236, № 1. С. 264 – 267.

Чуйков Ю. С. Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая классификация беспозвоночных, встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. 1981. № 3. С. 71 – 77.

Экосистема малой реки в изменяющихся условиях среды. М. : Т-во науч. изд. КМК, 2007. 372 с.

Sládeček V. Rotifers as indicators of water quality // Hydrobiologia. 1983. Vol. 100, № 2. P. 169 – 201.

Sládeček V. System of water quality from biological point of view // Archives für Hydrobiologie und Ergebnisse Limnologie. 1973. Bd. 7, № 1. S. 1 – 218.