

УДК 556.5 (470.343)

## **ЗООПЛАНКТОННЫЕ СООБЩЕСТВА ВОДОЕМОВ ПОЙМЫ РЕКИ БОЛЬШАЯ КОКШАГА**

В.И. Дробот

Работы проводились на территории государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Объектами исследований были зоопланктонные сообщества пойменных озер Шимаево, Подкова, Долгая Старица. Гидроценозы таких водоемов можно рассматривать как модельные, характеризующие реакцию сообществ гидробионтов на естественные природные процессы. Цель работы заключалась в оценке экологического состояния водоемов, развивающихся в условиях заповедного режима. Были изучены видовой состав и устойчивость сообществ. Даны сравнительные оценки трофических статусов водоемов по структурным показателям сообществ. Проведена оценка водоемов как среды обитания гидробионтов. Выявлены закономерности развития зоопланктонных сообществ и факторы, влияющие на их формирование. Данная работа основана на анализе 260 гидробиологических проб, собранных в 1986, 1995-1998 и 2005 гг.

В целом, в составе зоопланктона обследованных водоемов отмечено 105 видов гидробионтов. Биоразнообразие планктоценозов большинства озер характеризуется богатым видовым составом: в озере Шимаево – 67 видов, в нижнем участке озера Долгая Старица – 60 видов в литорали и 43 в пелагиали, в среднем участке озера Долгая Старица – 31 вид, в озере Подкова – 14 видов. Найдено 7 новых для гидрофауны республики видов зоопланктона.

Степень устойчивости зоопланктонных сообществ оценивается неоднозначно. Наиболее устойчивая и сформированная структура сложилась в сообществах озера Шимаево и литорали нижнего участка озера Долгая Старица. Промежуточное положение занимает сообщество среднего участка озера Долгая Старица. В сообществе озера Подкова наблюдаются прогрессирующие признаки деструкции. С позиции реакции зоопланктонных сообществ на содержание в водоемах растворенной органики, наиболее оптимальные экологические условия сложились в нижнем участке озера Долгая Старица, несколько ниже по качеству – в озере Шимаево и на среднем участке Долгой Старицы, наихудшие – в озере Подкова.

В большинстве экосистем сформировались эффективные механизмы самоочищения и утилизации органического вещества. В озере Подкова процессы утилизации органического вещества задействованы заметно слабее по сравнению с другими водоемами. В водоеме происходит умеренное накопление органических веществ. Это свидетельствует о заметно протекающих процессах эвтрофирования.

Наблюдаемая динамика зоопланктонных сообществ указывает на то, что в экосистемах обследованных водоемов происходят изменения, объясняемые преимущественно сукцессионными процессами. В ряде случаев ощутимые изменения вызваны строительной деятельностью бобров, ведущей к созданию экстремальных условий существования планктоценозов. С позиции зоопланктонных сообществ, наиболее благоприятные экологические условия для существования гидробионтов сложились в озерах Шимаево и Долгая Старица, в озере Подкова они оцениваются как экстремальные.

## Введение

Значение гидросферы в жизни нашей планеты необычайно велико. Она является средой обитания для множества живых форм, как географическая составляющая играет важную роль в формировании климата и рельефа. Водные экосистемы с давних времен активно эксплуатируются человеком в различных сферах его хозяйственной деятельности. Причем с течением времени темпы и объемы использования гидроресурсов возрастают, вызывая их переэксплуатацию. Дополнительно все это усугубляется загрязнением гидросферы. В результате происходят значительные перестройки гидроценозов как в рамках отдельных водоемов, так и на уровне Мирового океана. Поэтому перед экологическими и биологическими дисциплинами встает ряд практических задач по изучению водных экосистем, одной из которых является организация экологического мониторинга с привлечением биологических объектов в качестве индикаторов трансформации водоемов. Для решения подобных задач успешно используются представители группы планктонных организмов. Являясь непосредственными потребителями ресурсов водных экосистем, зоопланктонные сообщества активно реагируют на происходящие в них изменения. При этом происходят структурно-функциональные перестройки гидроценозов, размеры и направленность которых позволяют дать оценку протекающих изменений и охарактеризовать качественное состояние биологических систем в целом. Иными словами, структурно-функциональное состояние планктоноценозов является отражением экологического состояния водных экосистем как среды обитания гидробионтов. Для определения степени антропогенной трансформации водоемов необходимо осуществлять сравнение с экосистемами, развивающимися в результате сукцессионных процессов. Наиболее удобными для таких целей являются водоемы, расположенные в границах особо охраняемых природных территорий. Они, как правило, в меньшей степени подвержены локальным антропогенным нагрузкам. Гидроценозы таких водоемов можно рассматривать как модельные, характеризующие реакцию сообществ гидробионтов на естественные природные процессы.

Объектами наших исследований были планктоноценозы водоемов, расположенных на территории Государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Это пойменные озера Шимаево, Подкова, Долгая Старица.

Цель работы заключалась в оценке экологического состояния водоемов, развивающихся в условиях заповедного режима.

В задачи исследований входило:

1. Определение видового состава зоопланктонных сообществ.
2. Оценка сезонной динамики видовой структуры сообществ.
3. Оценка устойчивости зоопланктонных сообществ и динамики информационных показателей.
4. Сравнительный анализ структурных особенностей зоопланктонных сообществ.
5. Оценка трофического статуса водоемов по структурным показателям сообществ.
6. Оценка водоемов как среды обитания гидробионтов.
7. Выявление закономерностей развития зоопланктонных сообществ и факторов, влияющих на их формирование.

### **Материал и методы исследований**

Исследуемые водоемы расположены в пойме среднего течения реки Большая Кокшага в современных границах заповедника. В историческом прошлом эти водоемы представляли участки русла реки. В настоящее время проточность водоемов восстанавливается только в паводковый период. В остальные сроки водообмен и связь с русловой частью либо ограничены, либо отсутствуют. Это происходит как в результате заиливания и зарастания приустьевых зон (нижний участок озера Долгая Старица, озеро Шимаево), так и в результате их перегораживания бобровыми плотинами (средний участок озера Долгая Старица, озеро Подкова).

Материалом для данной работы послужили пробы зоопланктона, собранные в различные годы и в основном связанные с выполнением курсовых и дипломных работ студентами кафедры зоологии и прикладной экологии биолого-химического факультета Марийского государственного университета Андреевой И.В., Рыжковым А.А., Нигмадзяновой Н.Ю., Сурковым А.Н.

Сбор и камеральная обработка гидробиологических проб осуществлялись по общепринятым методикам [1, 2]. Орудиями отбора проб служили планктонная сеть с диаметром входного отверстия 11 см и планктоночерпатель объемом 10 л. Сбор полевого материала проводился: в пелагиали нижнего участка озера Долгая Старица - в 1986 г., в его литоральной части – в 1995 г., на озере Подкова – в 1996 г., на озере Шимаево – в 1998 г., на среднем участке озера Долгая Старица – в 2005 г. На всех водоемах пробы собирались преимущественно с июня по сентябрь с временным интервалом приблизительно 15 суток. В пределах каждого водоема устанавливалось от 6 до 10 постоянных станций мониторинга. В среднем участке озера Долгая Старица пробы собирались в пелагиали,

в нижнем участке водоема – как в пелагиали, так и в литорали. В озерах Шимаево и Подкова в связи с отсутствием выраженной биотопичности станции распределялись по акватории без учета приуроченности к определенным биотопам.

За период исследований в пелагиали нижнего участка озера Долгая Старица собрано 72 пробы, в литорали – 28 проб; в озере Подкова – 36 проб; в озере Шимаево – 54 пробы; в пелагиали среднего участка озера Долгая Старица – 70 проб. Всего 260 гидробиологических проб.

Для оценки структурной организации сообществ использовались индекс видового разнообразия Шеннона и индекс доминирования Симпсона. Для оценки содержания растворенной органики и трофического статуса водоема использовался индекс сапробности по Пантле и Буку [3].

Таблица 1

**Шкала оценки качества воды по индексу сапробности**

Класс вод	Качество воды	Индекс сапробности по Пантле и Буку (S)	Характеристика водоема
1	Очень чистая	< 1,00	Ксеносапробный
2	Чистая	1,00-1,50	Олигосапробный
3	Умеренно (слабо) загрязненная	1,51-2,50	β-мезосапробный
4	Загрязненная	2,51-3,50	α-мезосапробный
5	Грязная	3,51-4,00	Полисапробный
6	Очень грязная	> 4,00	Полисапробный

Статистическая обработка включала расчеты среднего арифметического, ошибки среднего, значимости разниц по критерию Стьюдента [4].

Ранее некоторые материалы по результатам проведенных исследований были освещены в отдельных публикациях. Преимущественно они касались оценки видового состава и сезонной динамики численности [5-10]. В настоящей работе мы объединили имеющуюся информацию, дополнили новыми расчетами и провели комплексную сравнительную оценку состояния зоопланктонных сообществ. На этой основе постарались дать характеристику качества среды обитания зоопланктонных организмов.

## **Результаты исследований**

### **Видовая структура зоопланктонных сообществ**

Сводный список видового состава зоопланктона обследованных водоемов представлен в табл. 2. В составе зоопланктонных сообществ отмечены, в основном типичные планктонты – коловратки, веслоногие, ветвистоусые раки. Кроме того, были обнаружены бентосные обитате-

Таблица 2

## Видовой состав зоопланктона обследованных водоемов

№ п/п	Вид	Озеро Ши- маево, 1998 г.	Озеро Подко- ва, 1996 г.	Озеро Дол- гая Стари- ца (нижний участок, пелагиаль) 1986 г.	Озеро Долгая Старица (нижний участок), литораль 1995 г.	Озеро Долгая Старица (средний уча- сток), 2005 г.
1	2	3	4	5	6	7
Раковинные амебы Testacea						
1.	<i>Arcella aculeata</i> Ehrenberg	+			+	
2.	<i>Arcella discoides</i> Ehrenberg	+	+		+	
3.	<i>Arcella vulgaris</i> Ehrenberg	+				
4.	<i>Centropyxis discoides</i> Deflandre	+			+	
5.	<i>Centropyxis aculeate</i> Stein.	+				
6.	<i>Centropyxis plagiostoma</i> Bennet et Thomas	+				
7.	<i>Diffugia corona</i> Wallich	+			+	
8.	<i>Diffugia</i> sp.				+	
	<b>Bcero Testacea</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>*</b>	<b>5</b>	<b>*</b>
Коловратки Rotatoria						
1.	<i>Asplanhna priodonta</i> Hermann	+	+	+	+	+
2.	<i>Bipalpus hudsoni</i> Imhof			+		+
3.	<i>Brachionus angularis</i> Gosse				+	+
4.	<i>Brachionus quadridentatus</i> Hermann	+		+	+	+
5.	<i>Conochilus unicornis</i> Rouse				+	
6.	<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg	+	+	+	+	+
7.	<i>Euchlanis triquetra</i> Ehrenberg	+		+	+	
8.	<i>Euchlanis lucksiana</i> Kellikott	+			+	
9.	<i>Habrotrocha bidens</i> Gosse				+	+
10.	<i>Hexarthra mira</i> Hudson					+
11.	<i>Fillinia longisetta</i> Ehrenberg		+	+	+	+
12.	<i>Kellikottia longispina</i> O.F.Muller		+	+	+	+
13.	<i>Keratella cochlearis</i> Gosse	+	+	+	+	+
14.	<i>Keratella quadrata</i> O.F.Muller	+	+	+	+	
15.	<i>Keratella testudo</i> Ehrenberg	+				+
16.	<i>Keratella valga</i> Ehrenberg				+	
17.	<i>Lepadella patella</i> O.F.Muller				+	
18.	<i>Lecana bulla</i> Gosse			+	+	
19.	<i>Lecana luna</i> O.F.Muller	+		+	+	+
20.	<i>Lecana lunaris</i> Ehrenberg	+			+	
21.	<i>Monostyla quadridentata</i> Ehren- berg				+	
22.	<i>Mytilina mucronata</i> O.F.Muller				+	
23.	<i>Mytilina ventralis</i> Ehrenberg	+			+	

1	2	3	4	5	6	7
24.	<i>Philodina</i> sp.				+	
25.	<i>Poliarthra vulgaris</i> Carlin		+	+	+	
26.	<i>Poliarthra major</i> Burckhardt			+	+	+
27.	<i>Poliarthra dolichoptera</i> Idelson	+	+	+	+	+
28.	<i>Platias patulus</i> O.F. Muller					+
29.	<i>Platias quadricornis</i> Ehrenberg	+				+
30.	<i>Testudinella mucronata</i> Gosse					+
31.	<i>Testudinella patina</i> Hermann	+		+	+	
32.	<i>Trichocerca rattus</i> O.F.Muller			+	+	
33.	<i>Trichocerca longiseta</i> Schrank	+	+	+	+	+
34.	<i>Trichocerca pusilla</i> Lauterborn	+	+	+	+	
35.	<i>Trichotria pocillum</i> O.F.Muller				+	
36.	<i>Rotaria neptunia</i> Ehrenberg					+
37.	<i>Rotatoria</i> sp.	+			+	
<b>Bcero Rotatoria</b>		<b>17</b>	<b>10</b>	<b>18</b>	<b>30</b>	<b>19</b>
Ветвистоусые раки Cladocera						
1.	<i>Acropercus harpae</i> Baird	+		+	+	
2.	<i>Alona affinis</i> Leudig	+				
3.	<i>Alona costata</i> Sars	+				+
4.	<i>Alona quadrangularis</i> O.F.Muller	+		+	+	
5.	<i>Alona rectangula</i> Sars			+	+	
6.	<i>Alona</i> sp.	+				
7.	<i>Alonella excisa</i> Fischer	+				
8.	<i>Alonella nana</i> Baird	+			+	
9.	<i>Bosmina longirostris</i> O.F.Muller	+	+	+	+	
10.	<i>Bosmina crassicornis</i> P.E. Muller					+
11.	<i>Bosmina kessleri</i> Uljanin					+
12.	<i>Bosminopsis deitersi</i> Richard					+
13.	<i>Camptocercus fennicus</i> Stenroos					+
14.	<i>Camptocercus rectirostris</i> O.F.Muller	+				
15.	<i>Camptocercus lillgeborg</i> Lillge- borg	+				
16.	<i>Ceriodaphnia laticaudata</i> P.E. Muller					+
17.	<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lillgeborg	+				
18.	<i>Ceriodaphnia quadrangula</i> O.F.Muller			+		
19.	<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars	+			+	
20.	<i>Ceriodaphnia reticulata</i> Jurine	+				
21.	<i>Chydorus globosus</i> Baird			+	+	
22.	<i>Chydorus latus</i> Sars	+				
23.	<i>Chydorus ovalis</i> Kurz	+			+	
24.	<i>Chydorus sphaericus</i> O.F.Muller	+		+	+	+
25.	<i>Graptoleberis testudinaria</i> Fischer	+		+	+	

Окончание таблицы 2

1	2	3	4	5	6	7
26.	<i>Eurycercus lamellatus</i> O.F.Muller	+		+	+	
27.	<i>Daphnia cristata</i> Sars			+		+
28.	<i>Daphnia cucullata</i> Sars	+		+		
29.	<i>Diaphanosoma brachiurum</i> Lip.			+	+	
30.	<i>Leptodora kindtii</i> Focke			+		
31.	<i>Limnosida frontosa</i> Sars					+
32.	<i>Peracantha truncata</i> O.F.Muller	+		+	+	
33.	<i>Polyphemus pediculus</i> L.	+		+	+	
34.	<i>Pleuroxus trigonellus</i> O.F.Muller	+			+	
35.	<i>Pleuroxus aduncus</i> Jurine	+				
36.	<i>Pleuroxus</i> sp.	+		+		
37.	<i>Rhynchotalona rostrata</i> Sars	+				
38.	<i>Scapholeberis mucronata</i> O.F.Muller	+		+	+	
39.	<i>Simocephalus serrullatus</i> Koch	+				
40.	<i>Simocephalus vetulus</i> O.F.Muller	+	+	+	+	
41.	<i>Sida crystallina</i> O.F.Muller	+		+	+	+
	<b>Bcero Cladocera</b>	<b>29</b>	<b>2</b>	<b>19</b>	<b>18</b>	<b>10</b>

## Беслоногие раки Copepoda

1.	<i>Acanthocyclops bicuspidatus</i> Claus			+		
2.	<i>Acanthocyclops</i> sp. Kiefer	+				
3.	<i>Ectocyclops phaleratus</i> Koch					+
4.	<i>Eucyclops macrurus</i> Sars	+		+	+	
5.	<i>Eucyclops macrurodes</i> Lilljeborg	+	+			
6.	<i>Eucyclops serrullatus</i> Fischer	+				
7.	<i>Macrocyclops albidus</i> Jurine	+		+	+	
8.	<i>Macrocyclops fuscus</i> Jurine	+				
9.	<i>Mesocyclops dybowskii</i> Lande	+				
10.	<i>Mesocyclops oithonoides</i> Sars				+	
11.	<i>Mesocyclops crassus</i> Fischer			+	+	+
12.	<i>Mesocyclops leuckarti</i> Claus	+		+	+	
13.	<i>Microcyclops bicolor</i> Sars	+		+		
14.	<i>Microcyclops gracilis</i> Lilljeborg	+				
15.	<i>Microcyclops varicans</i> Sars				+	
16.	<i>Paracyclops affinis</i> Sars	+				
17.	<i>Paracyclops fimbriatus</i> Fischer	+				
	<b>Bcero Copepoda</b>	<b>12</b>	<b>1</b>	<b>6</b>	<b>6</b>	<b>2</b>

## Ракушковые раки Ostracoda

1.	<i>Cypris pubera</i> O.F.Muller	+			+	
2.	<i>Cypris</i> sp.	+				
	<b>Bcero Ostracoda</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>*</b>	<b>1</b>	<b>*</b>
	<b>Сумма видов (105)</b>	<b>67</b>	<b>14</b>	<b>43</b>	<b>60</b>	<b>31</b>

Примечание: \* - изучение группы не проводилось.

ли: раковинные амебы, ракушковые раки, а также некоторые коловратки, например, *Rotaria neptunia* Ehrenberg, которая обычно встречается в детрите и иле небольших заросших и загрязненных водоемов. Наличие этих групп объясняется взмучиванием поверхностных слоев грунта в процессе отбора проб, а также волновой активностью в условиях малых глубин. В отдельные годы указанные группы, как нетипичные для планктона, не учитывались. Это определенным образом отразилось на характеристике качественного состава сообществ. Следует отметить, что в подавляющем большинстве зоопланктонные сообщества всех водоемов представлены лимнофилами. Количество видов, характерных для литических систем невелико. Например, *Bosminopsis deitersi* Richard, характерный для речных экосистем, отмечен в среднем участке Долгой Старицы. В целом, изученные зоопланктонные сообщества относятся к озерному типу.

Всего в зоопланктоне обследованных водоемов было обнаружено 105 видов гидробионтов. Наибольшее видовое разнообразие отмечено в группах ветвистоусых раков – 41 вид и коловраток – 37 видов. Разнообразие веслоногих раков невелико, только 17 видов. Прочие группы представлены единичными видами: раковинные амебы – 8, ракушковые раки – 2.

Как уже отмечалось, все водоемы расположены на незначительном расстоянии друг от друга, сходны по происхождению и в определенные сроки связаны с руслом реки. Несмотря на это, зоопланктонные сообщества каждого водоема имеют своеобразный видовой состав. Наиболее разнообразны в видовом отношении сообщества озера Шимаево и литораль нижнего участка озера Долгая Старица: соответственно 67 и 60 видов. Видовое разнообразие гидроценозов прочих водоемов значительно ниже: в пелагиали нижнего участка озера Долгая Старица встречено 43 вида, в среднем участке Долгой Старицы – 31 вид, а в старице Подкова только 14 видов. Данные факты могут косвенно свидетельствовать о некоторой дестабилизации структур зоопланктонных сообществ в озере Долгая Старица, а в озере Подкова - о наличии экстремальных экологических условий. Это в свою очередь является отражением процессов эвтрофикации, связанных, по всей видимости, с изменениями гидрологических режимов среднего участка Долгой Старицы и старицы Подкова. Зарегулирование стока воды в результате строительной деятельности бобров в условиях малых объемов водоемов могло активизировать процессы накопления избыточного количества органики, не способного утилизироваться экосистемами. В результате это привело к снижению устойчивости сообществ.

## Озеро Шимаево

Зоопланктонное сообщество этого водоема характеризуется высоким биологическим разнообразием – 67 видов. Максимальное видовое разнообразие представлено в группе ветвистоусых раков – 29 видов. Видовое разнообразие коловраток находится на уровне, сравнимом с сообществами других водоемов – 17 видов. Сравнительно богатым можно считать видовой состав веслоногих раков. В данном водоеме их обнаружено 12 видов, что в 2 раза выше по сравнению с другими водоемами. Кроме того, в планктонном сообществе старицы Шимаево отмечено значительное количество других групп гидробионтов: 7 видов раковинных амёб и 2 вида ракушковых раков. Наличие такого количества раковинных амёб связано, по всей видимости, с тем, что акватория водоема в значительной степени занята макрофитами. Те в свою очередь служат субстратом для ряда видов данной группы. В результате перемешивания воды во время отбора проб или в результате волновой активности некоторые представители перифитона попадают в планктон. В целом фауна ракообразных и коловраток представлена фитофильными видами, характерными для зарослевого прибрежья водоемов со стоячей или слабо проточной водой.

В сезонной динамике видового состава отмечен период с конца июля до начала сентября, когда происходило некоторое увеличение числа видов основных групп зоопланктона: коловраток, веслоногих и ветвистоусых раков (табл. 3). Этот процесс оказал влияние на состав сообщества. Максимальное видовое разнообразие отмечалось в августе.

Таблица 3

## Сезонная динамика биоразнообразия групп зоопланктона оз. Шимаево, 1998 г.

Группы организмов	10.06.	24.06.	9.07.	22.07.	5.08.	19.08.	3.09.	17.09.	1.10.
Раковинные амёбы	<u>3</u> 7,1	<u>4</u> 9,8	<u>4</u> 11,4	<u>7</u> 14,9	<u>6</u> 11,3	<u>7</u> 11,7	<u>6</u> 11,8	<u>6</u> 12,8	<u>6</u> 13,0
Коловратки	<u>8</u> 19,1	<u>7</u> 17,1	<u>6</u> 17,1	<u>9</u> 19,2	<u>11</u> 20,8	<u>12</u> 20,0	<u>10</u> 19,6	<u>8</u> 17,0	<u>10</u> 21,7
Ветвистоусые раки	<u>20</u> 47,6	<u>17</u> 41,5	<u>15</u> 42,9	<u>19</u> 40,4	<u>24</u> 45,3	<u>27</u> 45,0	<u>25</u> 49,0	<u>23</u> 48,9	<u>21</u> 45,7
Веслоногие раки	<u>10</u> 23,8	<u>11</u> 26,8	<u>8</u> 22,9	<u>10</u> 21,3	<u>10</u> 18,9	<u>12</u> 20,0	<u>8</u> 15,7	<u>8</u> 17,0	<u>7</u> 15,2
Ракушковые раки	<u>1</u> 2,4	<u>2</u> 4,9	<u>2</u> 5,7	<u>2</u> 4,3	<u>2</u> 3,8	<u>2</u> 3,3	<u>2</u> 3,9	<u>2</u> 4,3	<u>2</u> 4,4
Весь зоопланктон	<u>42</u> 100,0	<u>41</u> 100,0	<u>35</u> 100,0	<u>47</u> 100,0	<u>53</u> 100,0	<u>60</u> 100,0	<u>51</u> 100,0	<u>47</u> 100,0	<u>46</u> 100,0

**Примечание:** числитель – количество видов, знаменатель – доля группы, %.

В видовой структуре сообщества практически весь сезон доминировали ветвистоусые раки, доля которых составляла от 40,4% до 49,0%. Доля коловраток и веслоногих раков в видовой структуре сообщества была приблизительно одинаковой. В разные сроки составляла у коловраток от 17,0% до 21,7%, у веслоногих раков - от 15,2% до 26,8%. При этом у коловраток с течением сезона видовое разнообразие несколько увеличивалось, а у веслоногих раков уменьшалось.

### Озеро Подкова

Среди исследованных пойменных озер видовая структура зоопланктонного сообщества озера Подкова имеет самые низкие показатели. Из типичных планктонтов было обнаружено 10 видов коловраток, 2 вида ветвистоусых раков и 1 вид веслоногих раков. Таким образом, видовое разнообразие в десятки раз уступает сообществам других водоемов. На процесс упрощения видовой структуры данного зоопланктонного сообщества, по всей видимости, негативно сказалось зарегулирование стока вследствие строительной деятельности бобров. Это привело к снижению проточности даже в паводковый период. Кроме того, в результате заготовки пищи бобры способствуют избыточному накоплению органики. Все это с учетом малых объемов водоема приводит к его быстрому эвтрофированию, что, в частности, отразилось на видовой структуре зоопланктона.

В сезонной динамике видовой структуры явно выраженных закономерностей не обнаружено (табл. 4). Следует отметить, что с течением

Таблица 4

Сезонная динамика биоразнообразия групп зоопланктона оз. Подкова, 1996 г.

Группы организмов	31.05.	12.06.	23.06.	4.07.	16.07.	25.07.	5.08.	15.08.	25.08.
Раковинные амёбы	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{1}{9,1}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{7,1}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{1}{11,1}$	$\frac{1}{9,1}$
Коловратки	$\frac{7}{70,0}$	$\frac{8}{72,7}$	$\frac{9}{75,0}$	$\frac{9}{75,0}$	$\frac{10}{71,4}$	$\frac{9}{75,0}$	$\frac{7}{70,0}$	$\frac{6}{66,7}$	$\frac{8}{72,7}$
Ветвистоусые раки	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{1}{9,1}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{2}{14,3}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{1}{11,1}$	$\frac{1}{9,1}$
Веслоногие раки	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{1}{9,1}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{7,1}$	$\frac{1}{8,3}$	$\frac{1}{10,0}$	$\frac{1}{11,1}$	$\frac{1}{9,1}$
Весь зоопланктон	$\frac{10}{100,0}$	$\frac{11}{100,0}$	$\frac{12}{100,0}$	$\frac{12}{100,0}$	$\frac{14}{100,0}$	$\frac{12}{100,0}$	$\frac{10}{100,0}$	$\frac{9}{100,0}$	$\frac{11}{100,0}$

**Примечание:** числитель – количество видов, знаменатель – доля группы, %.

времени видовое разнообразие остается практически неизменным, сообщество мало динамично. Это косвенно может свидетельствовать о том, что в течение сезона экологические условия для развития зоопланктона остаются относительно стабильными.

### Нижний участок озера Долгая Старица

Видовой состав зоопланктонного сообщества литорали этого водоема характеризуется высоким разнообразием – 60 видов гидробионтов. В составе сообщества пелагиали встречено 43 вида. В литорали отмечены не только типичные для планктона группы коловраток, веслоногих и ветвистоусых раков, но также ракушковые раки и раковинные амёбы – обитатели бентоса и перифитона. Это, как и в большинстве других случаев, обусловлено наличием специфического субстрата и перемешиванием водных масс в местах отбора проб. Регистрация раковинных амёб и ракушковых раков в сезон 1986 года не проводилась.

Количество видов коловраток литоральной зоны в 1,6-3,0 раза больше по сравнению с другими водоемами. Это объясняется весьма разнообразными и благоприятными для существования биотопическими факторами (в частности, разнообразием субстратов). В обоих биотопах водоема преобладают фитофильные виды. Суммарное за сезон количество видов коловраток в литорали достигало 30, т.е. 50% от общего списочного видового состава данного сообщества. Число видов коловраток в пелагиали почти в 2 раза ниже – 18 видов за сезон.

В количественном отношении видовое разнообразие ракообразных в обоих биотопах различается незначительно. Однако в качественном составе отдельных групп имеются некоторые отличия. В пелагиали отмечены виды, характерные для открытых участков водоемов, например, такие как *Leptodora kindti* Focke. В литорали более представлены фитофильные виды и виды, характерные для стоячих водоемов. Указанные выше факты свидетельствуют о том, что в пределах обследованного участка идет процесс формирования зоопланктонных сообществ озерного типа.

В сезонной динамике видовой структуры литорали определенных закономерностей не обнаружено (табл. 5). Смена видового состава носила случайный характер и касалась в первую очередь редких и малочисленных видов. В видовой структуре литорального сообщества зоопланктона коловратки составляли за сезон от 44,5% до 47,7% от общего списочного состава. На втором месте ветвистоусые раки: от 29,6% до 33,3%.

В пелагиали по сравнению с предыдущим биотопом в течение сезона прослеживаются определенные закономерности (табл. 6). Практически во всех группах отмечено увеличение числа видов с мая до середины июля. С июля происходит относительная стабилизация видовой структуры сообщества. По сравнению с другими сообществами доминирование коловраток в видовой структуре данного сообщества менее выражено. Группа коловраток была более разнообразно представлена только во второй половине июня: 50-60% от общего числа видов сообщества. В видовой структуре пелагического сообщества выше доля ветвистоусых раков: от 35,7% до 45,5%. Таким образом, в пелагиали формируется более реофильное сообщество, чем в литорали.

Таблица 5

**Сезонная динамика биоразнообразия групп литорального зоопланктона нижнего участка озера Долгая Старица, 1995 г.**

Группы организмов	28.06.	6.07.	15.07.	20.07.	4.08	16.08.
Раковинные амёбы	$\frac{4}{9,1}$	$\frac{4}{8,9}$	$\frac{3}{7,0}$	$\frac{4}{9,3}$	$\frac{4}{9,5}$	$\frac{4}{8,9}$
Коловратки	$\frac{21}{47,7}$	$\frac{20}{44,5}$	$\frac{20}{46,5}$	$\frac{21}{48,8}$	$\frac{20}{47,6}$	$\frac{21}{46,7}$
Ветвистоусые раки	$\frac{13}{29,6}$	$\frac{15}{33,3}$	$\frac{14}{32,6}$	$\frac{13}{30,2}$	$\frac{13}{31,0}$	$\frac{14}{31,1}$
Веслоногие раки	$\frac{5}{11,4}$	$\frac{5}{11,1}$	$\frac{5}{11,6}$	$\frac{4}{9,3}$	$\frac{4}{9,5}$	$\frac{5}{11,1}$
Ракушковые раки	$\frac{1}{2,3}$	$\frac{1}{2,2}$	$\frac{1}{2,3}$	$\frac{1}{2,3}$	$\frac{1}{2,4}$	$\frac{1}{2,2}$
Весь зоопланктон	$\frac{44}{100,0}$	$\frac{45}{100,0}$	$\frac{43}{100,0}$	$\frac{43}{100,0}$	$\frac{42}{100,0}$	$\frac{45}{100,0}$

**Примечание:** числитель – количество видов, знаменатель – доля группы, %.

Таблица 6

**Сезонная динамика биоразнообразия групп пелагического зоопланктона нижнего участка озера Долгая Старица, 1986 г.**

Группы организмов	22.05.	2.06.	12.06.	22.06.	2.07.	12.07.	22.07.	7.09.
Коловратки	$\frac{1}{20,0}$	$\frac{2}{33,3}$	$\frac{9}{60,0}$	$\frac{8}{50,0}$	$\frac{13}{46,4}$	$\frac{14}{45,2}$	$\frac{14}{42,4}$	$\frac{14}{42,4}$
Ветвистоусые раки	$\frac{2}{40,0}$	$\frac{2}{33,3}$	$\frac{3}{20,0}$	$\frac{5}{31,5}$	$\frac{10}{35,7}$	$\frac{12}{38,7}$	$\frac{15}{45,5}$	$\frac{14}{42,4}$
Веслоногие раки	$\frac{2}{40,0}$	$\frac{2}{33,3}$	$\frac{3}{20,0}$	$\frac{3}{18,8}$	$\frac{5}{17,9}$	$\frac{5}{16,1}$	$\frac{4}{12,1}$	$\frac{5}{15,2}$
Весь зоопланктон	$\frac{5}{100,0}$	$\frac{6}{100,0}$	$\frac{15}{100,0}$	$\frac{16}{100,0}$	$\frac{28}{100,0}$	$\frac{31}{100,0}$	$\frac{33}{100,0}$	$\frac{33}{100,0}$

**Примечание:** числитель – количество видов, знаменатель – доля группы, %.

### Средний участок озера Долгая Старица

Видовой состав сообщества относительно беден. Суммарный видовой состав зоопланктона за сезон составил 31 вид. Это практически в 2 раза ниже по сравнению с биоразнообразием планктона озера Шимаево и литоральной зоны нижнего участка Долгой Старицы. В видовой структуре сообщества преобладали коловратки. Максимальное количество видов данной группы за сезон достигло 19 видов, что составило 61,3% от общего списочного состава сообщества водоема. Ветвистоусые раки представлены 10 видами (32,3%), веслоногие раки – 2 видами (6,5%). Биотопическое разнообразие в пределах водоема обусловило наличие разнообразных экологических групп гидробионтов. В пределах обследованных участков были встречены как пелагические виды (*Kellicottia longispina* O.F.Muller, *Hexarthra mira* Hudson, *Bosmina crassicornis* P.E. Muller, *Bosmina kessleri* Uljanin, *Limnospila frontosa* Sars, *Daphnia cristata* Sars, *Mesocyclops crassus* Fischer), так и обитатели литорали (*Euchlanis dilatata* Ehrenberg, *Lecana luna* O.F.Muller) и зарослей макрофитов (*Keratella cochlearis* Gosse, *Trichocerca longisetata* Schrank, *Camptocercus fennicus* Stenroos, *Alona costata* Sars, *Sida cristallina* O.F.Muller, *Ectocyclops phaleratus* Koch).

Следует отметить наличие типичного реофила *Bosminopsis deitersi* Richard, ранее не встречавшегося ни в одном из изученных водоемов лотического типа Республики Марий Эл. Это может свидетельствовать о сохранении в пределах обследованного участка водоема свойств, характерных для речных экосистем. В целом распределение видов в пределах изученной акватории было относительно равномерным. Однако отдельные виды оказались приуроченными к определенным биотопам. Так, например, некоторые ветвистоусые раки регулярно отмечались лишь на определенных станциях: *Camptocercus fennicus* Stenroos – станция № 10, *Limnospila frontosa* Sars – станции №№ 7-10. Это может свидетельствовать об определенной гетерогенности акватории и неоднозначности условий обитания.

Важным моментом является тот факт, что в зоопланктоне было обнаружено 7 видов гидробионтов, ранее не отмечавшихся ни в одном из изученных водоемов Республики Марий Эл. Это коловратки *Habrotrocha bidens* Gosse, *Platylabus patulus* O.F. Muller, ветвистоусые раки – *Bosmina crassicornis* P.E. Muller, *Bosmina kessleri* Uljanin, *Bosminopsis deitersi* Richard, *Camptocercus fennicus* Stenroos, *Limnospila frontosa* Sars.

В сезонной динамике видовой структуры сообщества отмечены определенные закономерности (табл. 7). Так, например, суммарный количественный состав сообщества на протяжении июня-июля оставался

практически неизменным. К концу сезона отмечено сокращение количества видов коловраток (на 21,1%) и ветвистоусых раков (на 30,0%). Видовой состав веслоногих раков весь сезон оставался неизменным. В результате к концу сезона суммарное число видов сократилось с 31 до 24, т.е. на 22,6%. В видовой структуре сообщества весь сезон доминировали коловратки, доля которых составляла от 57,7% до 62,5%. Относительно высоким оставалось видовое разнообразие ветвистоусых раков: от 29,2% до 34,6% от общего списочного состава сообщества.

Таблица 7

**Сезонная динамика биоразнообразия групп зоопланктона  
среднего участка озера Долгая Старица, 2005 г.**

Группы организмов	18.06.05.	2.07.05.	16.07.05.	30.07.05.	13.08.05.	27.08.05.	10.09.05.
Коловратки	<u>19</u> 61,3	<u>18</u> 62,1	<u>18</u> 60,0	<u>18</u> 60,0	<u>15</u> 57,7	<u>16</u> 61,5	<u>15</u> 62,5
Ветвистоусые раки	<u>10</u> 32,3	<u>9</u> 31,0	<u>10</u> 33,3	<u>10</u> 33,3	<u>9</u> 34,6	<u>8</u> 30,8	<u>7</u> 29,2
Веслоногие раки	<u>2</u> 6,5	<u>2</u> 6,9	<u>2</u> 6,7	<u>2</u> 6,7	<u>2</u> 7,7	<u>2</u> 7,7	<u>2</u> 8,3
Весь зоопланктон	<u>31</u> 100,0	<u>29</u> 100,0	<u>30</u> 100,0	<u>30</u> 100,0	<u>26</u> 100,0	<u>26</u> 100,0	<u>24</u> 100,0

**Примечание:** числитель – количество видов, знаменатель – доля группы, %.

### Оценка устойчивости зоопланктонных сообществ

#### Озеро Шимаево

Значения информационных показателей весь сезон оставались на очень высоком уровне (табл. 8). В динамике индекса видового разнообразия Шеннона отмечено три пика: 24 июня; 22 июля; 19 августа. Уже в начале исследований индекс Шеннона составлял  $3,54 \pm 0,04$ . Это указывает на то, что процесс формирования сообщества в послепаудковый период проходил довольно быстро, и к началу июня сообщество достигало высокой степени устойчивости. На протяжении всего сезона отмечалась достоверная динамика данного показателя ( $P < 0,05$ ), но значения индекса Шеннона ни разу не опускались ниже 3,00. Это свидетельствует о том, что, несмотря на высокую динамичность, сообщество остается устойчивым. Наибольшее количество видов и максимальная выравненность численности сообщества зарегистрированы 19 августа, что было обусловлено повышением видового разнообразия и численности коловраток и ветвистоусых раков. Это определило достижение максимальной за сезон величины индекса Шеннона -  $4,63 \pm 0,03$ . Во второй полови-

не августа - начале сентября сообщество достигло максимальной степени устойчивости. С середины августа отмечено снижение значений индекса Шеннона, однако даже в первых числах октября он находился на уровне  $3,11 \pm 0,03$ , что указывает на сохранение сбалансированности сообщества.

Таблица 8

**Структурная характеристика зоопланктонного сообщества и качество воды озера Шимаево, 1998 г.**

Показатели	10.06.	24.06.	9.07.	22.07.	5.08.	19.08.	3.09.	17.09.	1.10.
Индекс Шеннона	$3,54 \pm 0,04$	$4,13 \pm 0,04^*$	$3,90 \pm 0,05^*$	$4,42 \pm 0,02^*$	$3,96 \pm 0,02^*$	$4,63 \pm 0,03^*$	$4,52 \pm 0,02^*$	$4,46 \pm 0,04^*$	$3,11 \pm 0,03^*$
Индекс Симпсона	$0,97 \pm 0,02$	$0,95 \pm 0,01$	$0,94 \pm 0,004$	$0,96 \pm 0,004$	$0,85 \pm 0,03^*$	$0,96 \pm 0,003^*$	$0,96 \pm 0,004$	$0,96 \pm 0,004$	$0,82 \pm 0,03^*$
Характеристика сообщества	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое
Качество воды	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$ .

Значения индекса доминирования Симпсона, как и индекса Шеннона, весь сезон оставались на очень высоком уровне. Изменения данного показателя происходили в пределах от  $0,82 \pm 0,03$  до  $0,97 \pm 0,02$ . Следовательно, можно предположить, что зоопланктонное сообщество исключительно сбалансировано по численности, нет выраженного доминирования отдельных видов. В сезонной динамике индекса Симпсона нет резко выраженных пиков. Данный показатель более стабилен, чем индекс Шеннона. Высокие значения индекса Симпсона в сентябре – начале октября указывают на то, что и в более поздние сроки развития сообщество способно поддерживать высокую степень стабильности и устойчивости.

Таким образом, можно констатировать, что зоопланктонное сообщество озера Шимаево весь период исследований было в высшей степени устойчивым и стабильным. Это указывает на структурную сформированность планктонного зооценоза данного водоема. В свою очередь это может свидетельствовать о весьма благоприятных экологических условиях, сложившихся для зоопланктонных организмов в данном водоеме. Из всех обследованных водоемов зоопланктонное сообщество озера Шимаево является самым сбалансированным и устойчивым.

## Озеро Подкова

Значения информационных показателей весь сезон оставались на среднем уровне (табл. 9). В динамике индекса видового разнообразия Шеннона отмечено три пика: 16 июля; 5 августа и 25 августа. Минимальные значения данного показателя -  $1,75 \pm 0,03$  отмечены в начале исследований 31 мая. В дальнейшем на протяжении полутора месяцев отмечался постепенный рост значений индекса до уровня  $2,18 \pm 0,02$ . Это указывает на то, что процесс формирования сообщества в послепаводковый период проходил очень медленно. Сообщество к середине июня не достигло высокой степени устойчивости. На протяжении остального периода изменения значений индекса Шеннона происходили в различных направлениях, но устойчивого состояния сообщество так и не достигло. На протяжении всего сезона отмечалась достоверная динамика данного показателя ( $P < 0,05$ ), но значения индекса Шеннона ни разу не поднялось выше  $2,30 \pm 0,04$ . Это свидетельствует о том, что, несмотря на высокую динамичность, сообщество характеризовалось как слабо устойчивое.

Таблица 9

**Структурная характеристика зоопланктонного сообщества и качество воды озера Подкова, 1996 г.**

Показатели	31.05	12.06	23.06	4.07.	16.07	25.07	5.08.	15.08	25.08.
Индекс Шеннона	$1,75 \pm 0,03$	$1,99 \pm 0,02^*$	$2,09 \pm 0,03^*$	$2,11 \pm 0,02$	$2,18 \pm 0,02^*$	$1,78 \pm 0,03^*$	$2,07 \pm 0,03^*$	$1,79 \pm 0,03^*$	$2,30 \pm 0,04^*$
Индекс Симпсона	$0,62 \pm 0,01$	$0,68 \pm 0,003^*$	$0,69 \pm 0,004$	$0,70 \pm 0,01$	$0,69 \pm 0,01$	$0,60 \pm 0,02^*$	$0,70 \pm 0,01^*$	$0,62 \pm 0,01^*$	$0,73 \pm 0,01^*$
Характеристика сообщества	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое
Качество воды	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$ .

**Нижний участок озера Долгая Старица. Литоральная зона**

Значения индекса доминирования Симпсона, как и индекса Шеннона, весь сезон оставались на низком уровне. Сезонные колебания данного показателя происходили в пределах от  $0,60 \pm 0,02$  до  $0,73 \pm 0,01$ . Следовательно, можно предположить, что зоопланктонное сообщество слабо сбалансировано по численности, в некоторые сроки проявляется доминирование отдельных видов. В сезонной динамике индекса Симпсона

нет резко выраженных пиков. В отдельные периоды (с 12 июня по 16 июля) отмечалась относительная стабильность значений индекса Симпсона. Данный показатель более стабилен, чем индекс Шеннона. Наивысшие за сезон значения индекса Симпсона отмечены в последней декаде августа. Можно предположить, что наиболее устойчивого состояния сообщество достигает в более поздние сроки своего развития.

Таким образом, следует отметить, что зоопланктонное сообщество озера Подкова проявляет относительную динамичность. Однако формирование сообщества происходит низкими темпами, и в течение сезона планктоноценоз не способен достичь высокого уровня устойчивости. Зоопланктонное сообщество данного водоема весь сезон оставалось структурно несформированным и характеризовалось как «слабо устойчивое». Данное положение свидетельствует о том, что в сообществе начинаются развивающиеся деструктивные процессы. Они, по всей видимости, связаны с естественным эвтрофированием водоема и объясняются указанными выше причинами. Для зоопланктонных организмов в экосистеме данного водоема сложились весьма неблагоприятные экологические условия, приводившие в течение сезона к экстремальным ситуациям. Из всех обследованных водоемов зоопланктонное сообщество озера Подкова является самым несбалансированным и неустойчивым.

Значения информационных показателей весь сезон оставались на высоком уровне (табл. 10). Уже в начале исследований индекс Шеннона составлял  $3,12 \pm 0,05$ . Это указывает на то, что формирование сообщества в послепаводковый период проходило быстро, и к середине июня сообщество достигло высокой степени устойчивости. Заметно выраженная динамика данного показателя отмечалась в июле-августе ( $P < 0,05$ ). В динамике индекса видового разнообразия Шеннона зарегистрировано два пика: 20 июля и 16 августа. За весь сезон значения индекса Шеннона практически ни разу не опускались ниже 3,00. Это свидетельствует о

Таблица 10

**Структурная характеристика зоопланктонного сообщества и качество воды литорали нижнего участка озера Долгая Старица, 1995 г.**

Показатели	28.06.	6.07.	15.07.	20.07.	4.08.	16.08.
Индекс Шеннона	$3,12 \pm 0,05$	$3,12 \pm 0,03$	$3,04 \pm 0,02^*$	$3,63 \pm 0,03^*$	$2,97 \pm 0,02^*$	$3,55 \pm 0,03^*$
Индекс Симпсона	$0,81 \pm 0,03$	$0,80 \pm 0,03$	$0,79 \pm 0,03$	$0,86 \pm 0,03$	$0,82 \pm 0,02^*$	$0,83 \pm 0,03$
Характеристика сообщества	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое	Устойчивое
Качество воды	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$ .

том, что, несмотря на высокую динамичность, сообщество оставалось устойчивым. Наибольшее количество видов и максимальная их выравненность по численности в сообществе зарегистрированы 20 июля. Это определило достижение максимальной за сезон величины индекса Шеннона -  $3,63 \pm 0,03$ . Высокие значения показателя сохранялись и на протяжении августа, что указывает на сохранение сбалансированности сообщества.

Значения индекса доминирования Симпсона, как и индекса Шеннона, весь сезон оставались на высоком уровне. Изменения данного показателя происходили в пределах от  $0,79 \pm 0,03$  до  $0,86 \pm 0,03$ . Высокие значения данного показателя позволяют предположить, что в экосистеме водоема отсутствовали экстремальные ситуации. В связи с этим в сообществе нет выраженного доминирования отдельных видов, оно хорошо сбалансировано по численности. Индекс Симпсона более стабилен, чем индекс Шеннона. В его сезонной динамике выделяется только один пик 20 июля, совпадающий по времени с аналогичным пиком индекса Шеннона. Это еще раз подтверждает, что в указанный срок сообщество хорошо сформировано и максимально устойчиво.

Таким образом, можно констатировать, что зоопланктонное сообщество литорали нижнего участка озера Долгая Старица в течение всего периода исследований было устойчивым и относительно стабильным. Это указывает на структурную сформированность планктонного зооценоза данного водоема. В свою очередь это может свидетельствовать о весьма благоприятных экологических условиях, сложившихся для зоопланктонных организмов в данном водоеме, а также об отсутствии экстремальных ситуаций в экосистеме водоема. Из всех обследованных водоемов данное зоопланктонное сообщество по сбалансированности и устойчивости занимает второе место.

### Средний участок озера Долгая Старица

Значения информационных показателей весь сезон оставались на относительно высоком уровне (табл. 11). Формирование сообщества в послепаудковый период проходило достаточно интенсивно. К середине июня сообщество достигло достаточно высокой степени устойчивости, индекс Шеннона составлял  $2,94 \pm 0,02$ . Как и в остальных водоемах, заметно выраженная динамика данного показателя отмечалась в июле-августе ( $P < 0,05$ ). В сезонной динамике индекса видового разнообразия Шеннона зарегистрировано три пика: 18 июня, 30 июля и 27 августа. В отличие от других водоемов максимальных значений индекс Шеннона достигал не в июле-августе, а в середине июня. Это говорит о том, что с

течением времени в экосистеме этой части водоема происходят изменения экологических условий, приводящие к некоторой деструкции структуры сообщества. Это отразилось в качественной перестройке сообщества. В частности в июле-августе произошло значительное снижение доли ракообразных в общей численности зоопланктона, особенно ветвистоусых раков. Постепенно структура сообщества изменялась от реофильного типа к лимнофильному с преобладанием коловраток. Несмотря на то, что в конце июля и в августе происходило увеличение численности гидробионтов, значительного роста устойчивости не отмечалось, поскольку в этот период было отмечено упрощение видовой структуры сообщества. Число видов снизилось до 26 по сравнению с 31 видом в середине июня (табл. 7). Это привело к некоторой разбалансировке сообщества и указывает на его недостаточную сформированность. Следует отметить, что за весь сезон значения индекса Шеннона практически ни разу не превышали 3,00, хотя в июне и были близки к таковым. В то же время индекс Шеннона не опускался ниже значения  $2,31 \pm 0,02$ . Это позволяет оценить сообщество как «слабо устойчивое».

Таблица 11

**Структурная характеристика зоопланктонного сообщества и качество воды среднего участка озера Долгая Старица, 1995 г.**

Показатели	18.06.	2.07.	16.07.	30.07.	13.08.	27.08.	10.09.
Индекс Шеннона	$2,94 \pm 0,02$	$2,90 \pm 0,03$	$2,54 \pm 0,04^*$	$2,73 \pm 0,02^*$	$2,31 \pm 0,02^*$	$2,77 \pm 0,02^*$	$2,71 \pm 0,02^*$
Индекс Симпсона	$0,80 \pm 0,01$	$0,79 \pm 0,01$	$0,74 \pm 0,01^*$	$0,79 \pm 0,01^*$	$0,68 \pm 0,01^*$	$0,80 \pm 0,01^*$	$0,79 \pm 0,004$
Устойчивость сообщества	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое	Слабо устойчивое
Качество воды	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная	Загрязненная

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$ .

Значения индекса доминирования Симпсона, по сравнению с индексом Шеннона были на более высоком уровне. Лишь однажды за сезон значение индекса Симпсона опустилось до  $0,68 \pm 0,01$ . В остальное время значения индекса колебались в пределах 0,74-0,80. Относительно высокие значения данного показателя позволяют предположить, что в экосистеме водоема отсутствовали экстремальные ситуации, способные вызвать значительную деструкцию сообщества. В сообществе не было отмечено выраженного доминирования отдельных видов, оно хорошо сбалансировано по численности. Как и в большинстве других водоемов,

следует отметить более высокую стабильность индекса Симпсона по сравнению с индексом Шеннона.

Следует отметить, что данное сообщество весьма чувствительно к значительным изменениям условий обитания. Так, в конце июля вследствие разрушения бобровой плотины уровень воды понизился более чем на 60 см. Изменение гидрологического режима привело к нарушениям в структуре сообщества. Это отразилось в резких снижениях информационных показателей. Однако с 13 августа уже в течение последующих 14 дней значения информационных индексов значительно возросли. Это свидетельствует о высоких восстановительных потенциалах сообщества.

Таким образом, можно констатировать, что зоопланктонное сообщество среднего участка озера Долгая Старица в течение всего периода исследований было «недостаточно сформированным», «слабо устойчивым». Это может свидетельствовать о неблагоприятных или нестабильных экологических условиях, сложившихся для зоопланктонных организмов в данном водоеме. При возникновении экстремальных ситуаций сообщество быстро реагирует на происходящие изменения. В то же время оно способно в короткие сроки обеспечить восстановление относительно устойчивой структуры. Это указывает на высокий восстановительный потенциал зоопланктонного сообщества. По сравнению с прочими обследованными водоемами данное зоопланктонное сообщество по сбалансированности и устойчивости занимает среднее положение.

### **Гидробиологическая оценка трофического статуса водоемов**

Трофический статус водоема обуславливается содержанием органических веществ в воде. В свою очередь это определяет соотношение трофических связей, размерную, видовую, возрастную, половую структуру как отдельных составляющих, так и всего гидроценоза в целом. Динамика органики противоположно направлена по сравнению с динамикой концентрации растворенного кислорода: по мере возрастания органики содержание кислорода падает. По мнению ряда исследователей, точка пересечения этих кривых и является своеобразным оптимумом для водной экосистемы, что соответствует примерно  $\beta$ -мезосапробной зоне. При этом наблюдается наиболее оптимальное структурно-функциональное состояние гидроценозов, например, максимальное количество экологических ниш, максимальное видовое разнообразие, относительно высокая численность и выравненность по данному показателю всех таксономических групп.

Гидроценозы представляют собой мобильные системы и активно реагируют на изменения окружающей среды. Как показывает практика, планктон является одной из групп водных экосистем, структурные и количественные характеристики которой отражают изменение трофического состояния водоема, что позволяет использовать зоопланктон при определении трофического статуса. В качестве количественного показателя уровня сапробности и определения трофического статуса водоема широко используется индекс сапробности по Пантле-Буку. Он рассчитывается по совокупности индикаторно значимых видов. Наряду с этим, данный показатель можно использовать для условной оценки качественного состояния воды как среды обитания. Кроме того, для этих же целей многие специалисты успешно используют индекс Шеннона. Данный показатель суммирует основную информацию о количественном и качественном составе сообществ и выражает степень структурированности сообщества, что, в принципе, и является отражением состояния среды обитания. При этом считается, что при значениях индекса выше 3 качество воды расценивается как «чистая», при значениях от 1 до 3 – «умеренно загрязненная», при значениях менее 1 – «грязная».

#### Озеро Шимаево

По данным индекса Шеннона вода озера, как среда обитания, весь сезон характеризовалась как «чистая» (табл. 8). Некоторое ухудшение качества воды отмечалось в начале и в конце исследования. Самая высокая степень качества воды была зарегистрирована с середины августа до середины сентября, когда отмечались максимальные значения индекса.

В период с 10 июня по 22 июля значения индекса сапробности незначительно колебались в районе 1,51, что характеризовало переходное качество воды «чистая - слабо загрязненная» (табл. 12). Весь август и начало сентября значения индекса были меньше 1,50, что свидетельствует о высоком качестве воды, в этот период она относилась к классу «чистая». Значительное улучшение качества воды отмечалось в начале октября. Значения индекса сапробности в этот период были минимальны за сезон и составляли  $1,34 \pm 0,03$ . В целом, сезонная динамика индекса сапробности свидетельствует о том, что в водоеме сформировались эффективные механизмы самоочищения и утилизации органического вещества. Это привело к тому, что скорости аккумуляции избыточной органики и соответственно повышения трофического статуса водоема невысоки. Согласно значениям индекса сапробности, вода в исследуемом озере как среда обитания гидробионтов характеризовалась высоким качеством. В течение сезона класс качества воды изменялся в пределах 2-3.

Гидробиологическая оценка среды обитания зоопланктона озера Шимаево, 1998 г.

Показатели	10.06.	24.06.	9.07.	22.07.	5.08.	19.08.	3.09.	17.09.	1.10.
Индекс сапробности	1,51± 0,04	1,53± 0,04	1,51± 0,05	1,51± 0,02	1,47± 0,02	1,43± 0,03	1,45± 0,02	1,57± 0,04*	1,34± 0,03*
Качество воды	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная	Слабо загрязненная	Чистая	Чистая	Чистая	Слабо загряз.	Чистая
Класс качества	3	3	3	3	2	2	2	3	2
Трофический статус водоема	β-мезосапробный	β-мезосапробный	β-мезосапробный	β-мезосапробный	Олиго-сапробный	Олиго-сапробный	Олиго-сапробный	β-мезосапробный	Олиго-сапробный

Примечание: \* - разница с предыдущим значением, P<0,05.

Трофический статус водоема определяется совокупностью индикаторно значимых видов. Среди зоопланктеров, относящихся к β-мезосапробной группе, по численности в данном водоеме выделяются представители родов *Diffugia*, *Keratella*, *Lecana*, а также виды *Scapholeberis mucronata* O.F.Muller, *Simocephalus vetulus* O.F.Muller, *Eucyclops macrurus* Sars и *Macrocyclus albidus* Jurine. Группа олиго- и олиго-β-мезосапробных видов представлена *Arcella discoides* Ehrenberg, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, *Bosmina longirostris* O.F.Muller, *Peracantha truncata* O.F.Muller, *Polyphemus pediculus* L., *Eurycercus lamellatus* O.F.Muller, *Acropercus harpae* Baird, *Mesocyclops leuckarti* Claus, *Microcyclops bicolor* Sars.

Учитывая расчетные значения индекса Шеннона и индекса сапробности, озеро Шимаево в июне-июле характеризовалось как олиго-β-мезосапробный водоем с чистой - умеренно загрязненной водой, в августе-сентябре – олиго-сапробный водоем с чистой водой. Это свидетельствует о благоприятном экологическом состоянии озера. Среди обследованных водоемов по совокупности информационных индексов качество воды оценивается как одно из самых высоких.

### Озеро Подкова

С позиции индекса Шеннона, вода озера, как среда обитания, на протяжении всего периода исследований характеризовалась как «умеренно загрязненная» (табл. 9). Наилучшее за сезон качество воды было отмечено в конце августа, наихудшее – в начале исследований (конец мая).

Индекс сапробности на протяжении всего периода исследований колебался в пределах от  $1,56 \pm 0,03$  до  $1,65 \pm 0,03$  (табл.13). Высокие значения данный показатель имел в начальные этапы наблюдения. Во второй половине июля - начале августа происходило некоторое снижение и стабилизация значения индекса сапробности. Со второй половины августа отмечался очередной рост индекса сапробности. Отсутствие закономерно прослеживающейся динамики может свидетельствовать об относительно стабильном содержании органики в экосистеме озера в исследованный период. Сравнение расчетных данных со шкалой качества оценки воды указывает, что данный индекс характеризует водоем как «умеренно-загрязненный». Это соответствует 3 классу качества воды. Таким образом, можно заключить, что в данном водоеме процессы утилизации органического вещества слабо задействованы, происходит умеренное накопление органических веществ. Это свидетельствует о заметно протекающих процессах эвтрофирования. Статус озера весь сезон характеризовался как  $\beta$ -мезосапробный. Среди обследованных водоемов по совокупности информационных индексов качество воды оценивается как самое низкое.

Таблица 13

**Гидробиологическая оценка среды обитания зоопланктона озера Подкова, 1996 г.**

Показатели	31.05	12.06	23.06	4.07.	16.07	25.07	5.08.	15.08	25.08.
Индекс сапробности	$1,63 \pm 0,02$	$1,58 \pm 0,01^*$	$1,56 \pm 0,03$	$1,60 \pm 0,02$	$1,57 \pm 0,04$	$1,59 \pm 0,02$	$1,58 \pm 0,01$	$1,65 \pm 0,03^*$	$1,61 \pm 0,02$
Качество воды	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне	Слабо за- грязне
Класс качества	нчая 3	нчая 3	нчая 3	нчая 3	нчая 3	нчая 3	нчая 3	нчая 3	нчая 3
Трофический статус водоема	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный	$\beta$ -мезосапробный

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$ .

**Нижний участок озера Долгая Старица, литораль**

Высокие значения информационных индексов позволяют сделать вывод о высоком качестве воды озера. На протяжении практически всего сезона по данным показателям вода характеризовалась как «чистая» (табл. 10).

Значения индекса сапробности на протяжении всего сезона колебались от  $1,40 \pm 0,03$  до  $1,51 \pm 0,02$  (табл. 14). Динамика данного показателя не носила достоверного характера ( $P > 0,05$ ). Это может свидетельствовать о том, что содержание органики в озере относительно стабильно и

в течение сезона изменяется незначительно. Незначительное повышение индекса сапробности отмечалось в начале августа. Минимальные значения индекса сапробности были отмечены во второй половине этого месяца. В целом невысокие значения индекса сапробности свидетельствуют о незначительном содержании органики. Это указывает на хорошо сформированную структуру экосистемы озера, обеспечивающую эффективную утилизацию органического вещества. Вода в озере практически на протяжении всего сезона исследований характеризовалась как «чистая» с некоторым ухудшением качества в первой половине августа. Класс качества воды - 2. Таким образом, процессы эвтрофирования в данном водоеме малоактивны. Трофический статус водоема на протяжении всего сезона оценивался как олигосапробный. Согласно значениям индекса сапробности, вода в исследуемом озере как среда обитания гидробионтов характеризовалась высоким качеством. Это свидетельствует о благоприятном экологическом состоянии озера. Среди обследованных водоемов по совокупности информационных индексов качество воды оценивается как самое высокое.

Таблица 14

**Гидробиологическая оценка среды обитания зоопланктона литорали  
нижнего участка озера Долгая Старица, 1995 г.**

Показатели	28.06.	6.07.	15.07.	20.07.	4.08.	16.08.
Индекс сапробности	1,48±0,01	1,47±0,01	1,44±0,03	1,47±0,03	1,51±0,02	1,40±0,03*
Качество воды	Чистая	Чистая	Чистая	Чистая	Слабо загрязненная	Чистая
Класс качества	2	2	2	2	3	2
Трофический статус водоема	Олигосапробный	Олигосапробный	Олигосапробный	Олигосапробный	β-мезосапробный	Олигосапробный

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$

#### Средний участок озера Долгая Старица

По данным индекса Шеннона, вода озера весь сезон характеризовалась как «умеренно загрязненная», однако в некоторые периоды качество воды приближалось к категории «чистая» (табл. 11). Самая высокая степень качества воды была зарегистрирована с середины июня до начала июля. Значения индекса в этот период были максимальными за весь сезон. Значительных ухудшений качества воды в течение сезона не происходило.

На протяжении относительно длительного периода с 18 июня по 30 июля значения индекса сапробности оставались практически стабильными на уровне 1,55, что указывало на незначительное содержание растворенной органики. В этот период вода характеризовалась как «слабо загрязненная» (табл. 15). Значительное улучшение качества воды произошло к 13 августа ( $P < 0,05$ ). Вода перешла в качество «чистая». Это совпало с указанным выше процессом резкого снижения уровня воды в связи с разрушением бобровой плотины. В связи с этим можно предположить, что восстановление проточности водоема привело к осязательному снижению содержания органики. Позднее, когда уровень воды стабилизировался, несмотря на то, что содержание органики несколько возросло ( $P < 0,05$ ), качество воды продолжало оставаться на достаточно высоком уровне, и водоем оценивался как «чистый». Происходившие изменения указывают на то, что гидроценоз данного водоема обладает большим потенциалом для утилизации производимой органики, а при наличии или возникновении благоприятных условий способствует осязательному снижению содержания органики в экосистеме. Таким образом, обеспечивается стабильное и устойчивое развитие экосистемы и контролируется процесс эвтрофирования водоема.

Таблица 15

**Гидробиологическая оценка среды обитания зоопланктона  
среднего участка озера Долгая Старица, 2005 г.**

Показатели	18.06.	2.07.	16.07.	30.07.	13.08.	27.08.	10.09.
Индекс сапробности	1,54± 0,01	1,55± 0,004	1,55± 0,003	1,55± 0,01	1,45± 0,01*	1,51± 0,003*	1,48± 0,004*
Качество воды	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Умеренно загрязненная	Чистая	Умеренно загрязненная	Чистая
Класс качества	3	3	3	3	2	3	2
Трофический статус водоема	β-мезосапробный	β-мезосапробный	β-мезосапробный	β-мезосапробный	Олигосапробный	β-мезосапробный	Олигосапробный

**Примечание:** \* - разница с предыдущим значением,  $P < 0,05$ .

Как уже отмечалось ранее, трофический статус водоема в значительной степени определяется совокупностью индикаторно значимых видов. В данном водоеме значительную роль в формировании сообщества играют такие олиго-β-мезосапробы как коловратки *Asplanhna priodonta* Hermann, *Keratella cochlearis* Gosse, *Keratella testudo* Ehrenberg, *Euchlanis dilatata* Ehrenberg; ветвистоусые раки – *Bosmina crassicornis*

Р.Е. Muller и *Bosmina kessleri* Uljanin; веслоноги раки – *Mesocyclops crassus* Fischer. Среди олигосапробов высокая численность отмечалась у коловраток *Kellikottia longispina* O.F.Muller, *Poliarthra major* Burckhardt, *Bipalpus hudsoni* Imhof и ветвистоусого рака – *Bosminopsis deitersi* Richard. Исходя из совокупной оценки, трофический статус водоема в июне-июле характеризовался как «β-мезосапробный», в августе-сентябре как «олигосапробный». Таким образом, можно констатировать, что активность процессов эвтрофирования в данном водоеме невысокая. В целом следует отметить относительно высокое качество воды как среды обитания гидробионтов. Это свидетельствует о достаточно благоприятном экологическом состоянии озера. В течение сезона класс качества воды изменялся в пределах 2-3. Среди обследованных водоемов по совокупности информационных индексов качество воды оценивается как одно из высоких.

### Заключение

Видовая структура ряда сообществ включает не только типичных для планктона коловраток, веслоногих и ветвистоусых раков. В некоторых пробах присутствовали раковинные амёбы и ракушковые раки, характерные для иных субстратов (грунт, поверхности макрофитов). В определенной мере это происходило вследствие взмучивания воды во время забора проб или в результате ветровой активности.

Несмотря на то, что все водоемы расположены на незначительном расстоянии друг от друга, сходны по происхождению и в определенные сроки связаны с руслом реки, видовая структура зоопланктонных сообществ каждого водоема своеобразна. Наиболее разнообразны в видовом отношении сообщества озера Шимаево и литорали нижнего участка озера Долгая Старица: соответственно 67 и 60 видов. Видовое разнообразие гидроценозов среднего участка озера Долгая Старица и пелагиали его нижнего участка значительно беднее (соответственно 31 и 43 вида), хотя и оценивается как высокое. Это свидетельствует о хорошей сформированности указанных сообществ. Значительное упрощение видовой структуры планктоноценоза озера Подкова (14 видов) свидетельствует о существовании данного сообщества в экстремальных экологических условиях.

Следует отметить, что в подавляющем большинстве зоопланктонные сообщества всех водоемов представлены лимнофилами. Количество видов, характерных для литических систем, невелико. В редких случаях отмечены типичные реофилы, как, например, *Bosminopsis deitersi* Richard, найденный в среднем участке Долгой Старицы. Кроме того, в этом

водоеме обнаружено 7 видов гидробионтов, ранее не отмечавшихся ни в одном из изученных водоемов Республики Марий Эл. Это коловратки *Habrotrocha bidens* Gosse, *Platytias patulus* O.F. Muller; ветвистоусые раки – *Bosmina crassicornis* P.E. Muller, *Bosmina kessleri* Uljanin, *Bosminopsis deitersi* Richard, *Camptocercus fennicus* Stenroos, *Limnospila frontosa* Sars.

Для большинства водоемов можно отметить общие закономерности видовой структуры планктоноценозов.

- Во-первых, преобладание фитофильных видов.
- Во-вторых, формирование преимущественно лимнофильных группировок.
- В-третьих, по мере роста трофического статуса водоемов ощутимо снижается суммарное количество видов гидробионтов и, главным образом, ракообразных. Увеличение числа видов коловраток при этом, как правило, не отмечалось. Наоборот, в водоемах с относительно невысоким трофическим статусом наблюдалось большое число видов коловраток (литораль нижнего участка озера Долгая Старица). Изменялось соотношение видов в сообществах, и заметно увеличивалась доля коловраток.

Общих закономерностей в динамике видового состава зоопланктонных сообществ различных водоемов не обнаружено. Определенные закономерности прослеживаются лишь в пределах отдельных водоемов.

Степень сформированности и устойчивости сообществ оценивается неоднозначно. Зоопланктонные сообщества таких водоемов, как Долгая Старица, Шимаево характеризуются высокой степенью сбалансированности количественных и качественных показателей. Это позволяет в послепаводковый период в короткие сроки обеспечивать формирование устойчивых сообществ и поддерживать динамически стабильную и устойчивую структуру на протяжении всего весенне-летнего-осеннего периода. Сообщество озера Подкова плохо сбалансировано, характеризуется как слабоустойчивое, его формирование идет медленными темпами.

Необходимо отметить, что изменения в экосистемах происходят не только вследствие закономерных сукцессионных процессов (озеро Шимаево, нижний участок озера Долгая Старица), но в ряде случаев в результате вмешательства иных факторов. Так, например, можно предположить, что в среднем участке озера Долгая Старица и особенно в озере Подкова строительная деятельность бобров способствовала ощутимому накоплению избыточной органики, повышению трофического статуса, и, как следствие, ухудшению условий обитания гидробионтов.

Наблюдаемые гидроценозы весьма чувствительны к изменениям условий обитания. Так, разрушение бобровой плотины, приведшее к изменению гидрологического режима в среднем участке озера Долгая Старица, повлекло за собой нарушения в структуре сообщества. В то же время следует отметить, что зоопланктонное сообщество данного водоема обладает высоким восстановительным потенциалом, позволившим в течение полумесяца обеспечить восстановление структуры сообщества.

Большинство экосистем обследованных водоемов обладает высокими потенциальными способностями регулирования содержания продуцируемой органики. Наиболее выражены эти механизмы в озерах Шимаево, Долгая Старица. В этих водоемах сформировались эффективные механизмы самоочищения и утилизации органического вещества. При этом скорости аккумуляции избыточной органики и соответственно повышения трофического статуса водоемов невысоки. В озере Подкова процессы утилизации органического вещества задействованы заметно слабее. При этом в водоеме происходит умеренное накопление органических веществ. Это свидетельствует о заметно протекающих процессах эвтрофирования.

Во всех озерах ярко выраженной сезонной динамики индекса сапробности не наблюдалось. Это указывает на то, что содержание органики в этих водоемах относительно стабильно и в течение сезона изменяется незначительно.

По мере повышения содержания растворенной органики и ухудшения трофического статуса обследованные водоемы можно расположить в следующем порядке:

- Нижний участок озера Долгая Старица (литораль) – класс качества воды – 2, практически весь сезон вода имела характеристику «чистая», трофический статус водоема – «олигосапробный»;
- Озеро Шимаево – класс качества воды 2-3, «чистая – слабо загрязненная», трофический статус водоема – «олигосапробный» – «β-мезосапробный»;
- Средний участок озера Долгая Старица - класс качества воды 3 -2, «слабо загрязненная - чистая», трофический статус водоема – «β-мезосапробный» - «олигосапробный»;
- Озеро Подкова - класс качества воды 3, «слабо загрязненная», трофический статус водоема – «β-мезосапробный».

Наиболее оптимальные экологические условия, с позиции существования зоопланктона, сложились в нижнем участке озера Долгая Старица, несколько ниже по качеству в озере Шимаево и на среднем участке Долгой Старицы, наихудшие – в озере Подкова.

По мере снижения качества среды обитания в зоопланктонных сообществах отмечалось проявление признаков существования гидробионтов в экстремальных условиях:

- Резкое упрощение видовой структуры, в первую очередь элиминация ракообразных.
- Снижение устойчивости планктоноценозов, повышение доминантности отдельных таксономических групп и видов.
- Низкие темпы формирования сообществ в послепаводковый период.

### **Выводы**

В результате вышесказанного можно сделать следующие выводы:

1. В целом, в составе зоопланктона обследованных водоемов отмечено 105 видов гидробионтов. Биоразнообразие планктоноценозов большинства озер характеризуется богатым видовым составом. В полной мере это присуще озеру Шимаево – 67 видов, нижнему участку озера Долгая Старица: 60 видов в литорали и 43 в пелагиали. Достаточно богатый видовой состав в среднем участке озера Долгая Старица – 31 вид. Весьма бедный видовой состав в озере Подкова – 14 видов. Найдено 7 новых для гидрофауны республики видов зоопланктона.

2. Степень устойчивости зоопланктонных сообществ оценивается неоднозначно. Наиболее устойчивая и сформированная структура сложилась в сообществах озера Шимаево и литорали нижнего участка озера Долгая Старица. Промежуточное положение занимает сообщество среднего участка озера Долгая Старица. В сообществе озера Подкова наблюдаются прогрессирующие признаки деструкции.

3. С позиции реакции зоопланктонных сообществ на содержание в водоемах растворенной органики, трофический статус озер оценивался таким образом, что наиболее оптимальные экологические условия сложились в нижнем участке озера Долгая Старица, несколько ниже по качеству - в озере Шимаево и на среднем участке Долгой Старицы, наихудшие - в озере Подкова.

4. Изучение структурных особенностей зоопланктоценозов указывают на то, что в большинстве экосистем сформировались эффективные механизмы самоочищения и утилизации органического вещества. При этом скорости аккумуляции избыточной органики и соответственно повышения трофического статуса водоемов невысоки. В озере Подкова процессы утилизации органического вещества задействованы заметно слабее. При этом в водоеме происходит умеренное накопление органи-

ческих веществ. Это свидетельствует о заметно протекающих процессах эвтрофирования.

5. Наблюдаемая динамика зоопланктонных сообществ указывает на то, что в экосистемах обследованных водоемов происходят изменения, объясняемые преимущественно сукцессионными процессами. В ряде случаев ощутимые изменения вызваны строительной деятельностью бобров, ведущей к созданию экстремальных условий существования планктоноценозов.

6. С позиции зоопланктонных сообществ, наиболее благоприятные экологические условия для существования гидробионтов сложились в озерах Шимаево и Долгая Старица, в озере Подкова они оцениваются как экстремальные.

Работа выполнена при поддержке гранта МарГУ (задание Минобрнауки РФ).

### ***Библиографический список***

1. Винберг Г.Г., Лаврентьева Г.М. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. – Л.: ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
2. Данилов Н.Н., Зиганшина Р.К. Учебная летняя практика по ихтиологии и гидробиологии: Учебно-методическое пособие. – Казань: Изд-во КГУ, 1982. 82 с.
3. Константинов А.С. Общая гидробиология. Учебник для биолог. спец. ун-тов. – М.: Высш. школа, 1979. 480 с.
4. Лакин Г.Ф. Биометрия: Учеб. пособие для биолог. спец. ун-тов и пед. ин-тов. – М.: Высшая школа, 1973. 343 с.
5. Андреева И.В., Дробот В.И. Оценка качества воды пойменных водоемов бассейна реки Большая Кокшага на основе характеристики структур зоопланктонных и зооперифитонных сообществ // Вавиловские чтения: диалог наук на рубеже XX-XXI веков и глобальные проблемы современности: Материалы постоянно действующей междисциплинарной научной конф. – Йошкар-Ола, 1996. С. 343-344.
6. Дробот В.И. Некоторые результаты изучения зоопланктонных сообществ пойменных водоемов Республики Марий Эл // Актуальные экологические проблемы Республики Татарстан: Тез. докладов III респ. науч. конф. – Казань, 1997. С. 84-85.
7. Дробот В.И. Структурные изменения зоопланктонных сообществ пойменных водоемов бассейна реки Большая Кокшага // Состояние малых рек Республики Марий Эл: Межвузовский сборник. – Йошкар-Ола, 1997. С. 13-16.
8. Дробот В.И. Структурные изменения зоопланктонных сообществ водоемов заповедника «Большая Кокшага» // Финно-угорский мир: состояние природы и региональная стратегия защиты окружающей среды: Тез. докл. междунар. конф. – Сыктывкар, 1997. С. 63-64.

9. Дробот В.И., Рыжков А.А., Бикулова С.А. Особенности структуры популяций гидробионтов озер-старитц среднего течения реки Б. Кокшага // Вавиловские чтения: диалог наук на рубеже XX-XXI веков и глобальные проблемы современности: Материалы постоянно действующей междисциплинарной научной конф. – Йошкар-Ола, 1996. С. 345-346.

10. Дробот В.И., Рыжков А.А., Нигмадзянова Н.Ю. Некоторые аспекты изучения зоопланктона изолированных пойменных водоемов Республики Марий Эл // Вторые Вавиловские чтения: диалог наук на рубеже XX-XXI веков и проблемы современного общественного развития: Материалы постоянно действующей Всероссийской междисциплинарной научной конф. – Йошкар-Ола, 1997. Ч.II. С. 181-183.

### **ZOOPLANKTON COMMUNITIES IN THE POOLS OF THE BOLSHAYA KOKSHAGA RIVER FLOODPLAIN**

V.I. Drobot

The research was performed at the territory of the Nature State reserve «Bolshaya Kokshaga». Zooplankton communities were examined in the floodplain lakes Shimaevo, Podkova, Dolgaya Staritsa. Hydrocoenoses of such pools may be regarded as model ones to characterize reactions of hydrobiota communities upon processes in nature. The idea was to estimate ecological state of the pools developing at the conditions of a state reserve. The species composition and stability of communities were examined, with comparative estimates of the pool trophic status by the features of structure of the communities. Regularities of zooplankton communities' development were examined, with special emphasize to the factors influencing the process. The study was based upon the analyses of 260 zooplankton samples obtained in 1986, 1995-1998 and 2005.

The total list of species identified in zooplankton communities of the examined pools numbered 105 items. Biodiversity of plankton communities was rich enough in major part of the lakes. 67 species were found in the lake of Shimaevo. In the lower part of Dolgaya Staritsa lake, 60 species were found in the littoral part and 43 in the pelagic community; the middle part of this lake presented 31 species; 14 species were found to inhabit the lake Podkova. There have been found 7 hydrobiotic species previously not known in the Republic.

Stability of the zooplankton communities seems to be different. The most developed and stable structure exists in the communities of the Shimaevo lake and littoral lower part of the Dolgaya Staritsa. The community of the latter lake middle part shows an intermediate picture. The community of the Podkova lake seems to demonstrate progressing destruction. In concern to the reaction of zooplankton communities upon presence of the diluted organic matter, ecological conditions seem to be the most optimal in the lower part of Dolgaya Staritsa lake; they are worse by quality in the Shimaevo lake and in the middle part of Dolgaya Staritsa; the lake Podkova presents the worst variant.

Major ecosystems have developed effective mechanisms of self-purification and utilization of organic matter. As compared to other water pools, processes of organic matter utilization are developed less effectual in the lake Podkova, where moderate accumulation of organic substances comes about. This indicates to noticeable eutrophication processes.

The observed dynamics of zooplankton communities indicate, that ecosystems of the examined water pools undergo changes, which can be due mainly to succession processes. In some cases, noticeable changes are caused by the beavers' activities, leading to create extreme conditions for zooplankton. The conditions seeming to be the most favorable for zooplankton communities have been marked in the lakes Shimaevo and Dolgaya Staritsa, whereas in the lake Podkova they are regarded as near to extreme.