

УДК 502.51(28) (470.343)

## СТРУКТУРА МАКРОЗООБЕНТОСА И ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ НЕКОТОРЫХ ВОДОЕМОВ ЗАПОВЕДНИКА

П.В. Бедова

Гидробиологические исследования на водоемах заповедника проводились в летний период (июнь-июль) 2000-2002 гг. Проведена оценка качества воды по структурным показателям макрозообентоса стариц Березовая, Шимаевская, Старая Кокшага, Шушерская, реки Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз, озер Шушер, Шундуер и Капсино.

Бентофауна 8 исследованных водоемов представлена 86 видами донных беспозвоночных. Отмечено присутствие в водоемах редко встречающихся видов планарий *Bdellocephala punctata* (Pallas, 1774) и *Polycelus tennis* (Ijima, 1884). Водоемы имеют хорошую кормовую базу для донных рыб, старица Березовая относится к средnekормному водоему, остальные – к высококормным. Видами доминантами по частоте встречаемости являются:  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробный вид *Erpobdella octoculata* (Linne, 1758),  $\beta$ -мезосапробный вид *Valvata piscinalis* (O.F. Muller, 1774),  $\beta$ -мезосапробный вид *Bithynia tentaculata* (Linne, 1758) и  $\rho$ -сапробный вид *Chironomus gr. plumosus* (Linne, 1758). Трофическая структура исследуемых водоемов представлена 7 группами, различающимися по спектрам питания: фито-детритофаги, зоофаги, эврифаги, зоофитофаги, детритофитофаги, фито-зоофаги, фитофаги.

По значениям индексов Шеннона и Симпсона бентоценозы реки Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз, стариц Старая Кокшага, Шушерская, Шимаевская и озера Шушер являются устойчивыми, сбалансированными, бентоценозы старицы Березовая и озер Шундуер и Капсино малоустойчивы. Значения биотического индекса Вудивисса позволяют заключить, что вода реки Большая Кокшага относится ко 2 классу качества и является чистой. Вода в старице Березовая, озерах Шундуер и Капсино – грязная, в старицах Старая Кокшага, Шимаевская, Шушерская и озере Шушер – умеренно-загрязненная.

Проблема сохранения биологического разнообразия континентальных водоемов России тесно связана с проблемой сохранения естественной структурно-функциональной организации их экосистем. Только в естественных или близких к естественным условиям окружающей среды возможно сохранение уникального генофонда гидробионтов, стремительно сокращающегося в большинстве индустриально развитых регионах России. В результате во многих из этих регионов к первоочередным задачам охраны окружающей среды относится не только охрана, но и восстановление естественного облика континентальных водоемов. Все это требует детальных знаний о структурно-функциональной организации их экосистем [13].

В настоящее время нет такого аналитического метода, который мог бы дать суммарную оценку экологического состояния окружающей сре-

ды. В то же время существует определенная группа живых организмов, которые могут служить хорошими индикаторами экологического состояния окружающей среды. В последнее время все большее значение приобретают методы прямой оценки токсичности водной среды для гидробионтов – это биоиндикация. Применяются методы, оценивающие состояние сообществ и отдельных особей гидробионтов. В одном случае используются системы индикаторных организмов: по присутствию или отсутствию индикаторных видов или групп и их относительному количеству относят водоем или его участок к определенному классу качества [6]. В другом случае используют морфологические и физиологические критерии.

Вследствие аккумуляции токсикантов в придонных слоях воды и осадках антропогенному прессу наиболее подвержены малоподвижные или прикрепленные организмы бентоса. В текущих водоемах бентос также является наиболее надежным показателем степени загрязнения по сравнению с фито- и зоопланктоном, так как они уносятся течением. Для многих представителей бентоса характерен также достаточно долгий жизненный цикл, у некоторых продолжительность жизни составляет 6-7 лет. Это может свидетельствовать о среднем за длительное время загрязнении воды [7]. Сообщества бентосных организмов являются важной составной частью гидробиоценозов. Они могут выступать в роли индикаторных сообществ, играют значительную роль в трансформации и круговороте веществ.

Заповедник создан в марте 1993 года, но изучение водных беспозвоночных еще далеко от завершения. В связи с этим целью наших исследований было изучение структуры бентоценозов водоемов ГПЗ «Большая Кокшага» и оценка экологического состояния и качества воды по структурным характеристикам бентофауны.

### **Материал и методы**

Гидробиологические исследования на водоемах были проведены в летний период (июнь-июль) 2000-2002 гг. В 2000 г. изучены бентоценозы реки Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз, старицы Старая Кокшага и озер Шундуер и Капсино. В 2001 г. нами была проведена оценка качества воды по структурным показателям макрозообентоса стариц Березовая, Шимаевская, Шушерская. В 2002 г. проведены подробные исследования донного сообщества озера Шушер. Большой вклад в сбор и обработку материала внесли студенты биолого-химического факультета Т.А. Бахтина, А.В. Чемяков, А.В. Попов, а также сотрудники заповедника А.И. Попов, В.П. Золотухин, А.А.

Чашев, Н.Н. Камин и многие другие.

Подробное физико-географическое описание исследуемых нами водоемов приводится в работе Ю.П. Демакова с соавторами «Гидрологический очерк территории заповедника» [1].

Сбор и обработка материала осуществлялись по стандартным методикам. На исследуемых водоемах было заложено по 10 станций, в озере Шушер – 11 станций. Отбор бентосных организмов на литорали проводился при помощи количественного сачка Дулькейта, сбор фауны с глубины производился дночерпателем Экмана-Берджа [15]. Полученные данные по численности и биомассе животных пересчитывались на 1 м<sup>2</sup> донной поверхности. При всех сборах изучали условия обитания зообентоса: особенности грунта, глубину нахождения, растительность.

Камеральная обработка проб проводилась в лаборатории кафедры зоологии и прикладной экологии биолого-химического факультета МарГУ. Определение видового состава было проведено по определителям [9, 10, 11, 12].

Были вычислены следующие показатели: среднее арифметическое, дисперсия, ошибка среднего [4], частота встречаемости каждого вида. Частота встречаемости характеризует равномерность или неравномерность распределения вида в биоценозе и рассчитывается как процентное отношение числа проб или учетных площадок, где встречается вид, к общему числу проб или площадок [14].

Оценка санитарно-гидробиологического состояния водоемов проводилась на основании индекса видового разнообразия Шеннона, индекса доминирования Симпсона и биотического индекса Вудивисса (БИВ) [6, 14].

Индекс Шеннона суммирует информацию о численности и видовом составе сообщества, т.е. количественно оценивает структуру сообщества, характеризует его видовое разнообразие. В гидробиологии индекс Шеннона используется для оценки степени загрязнения или эвтрофности водоема, так как при загрязнении водоемов разнообразие сообщества зообентоса понижается, а структура его упрощается, то этот индекс может служить показателем качественного состояния водоема [3]. Принято, что при  $H > 3$  – водоем чистый, сообщество устойчиво; при  $H = 1-3$  – водоем загрязненный, сообщество малоустойчиво; при  $H < 1$  – водоем грязный, сообщество не устойчиво.

Индекс Симпсона является показателем доминирования. Доминирование во всех экологических группах гораздо ярче проявляется в зонах с экстремальными условиями существования. При постоянном числе видов индекс Симпсона повышается при увеличении выравненности в ко-

личественном соотношении видов, а при постоянной равномерности – с ростом видового богатства, в чистых водоемах стремится к единице [3].

Система Ф. Вудивисса используется для оценки степени загрязнения водных объектов по видовому разнообразию бентосных организмов и по чувствительности разных таксонов к загрязнению. В результате качественной и количественной обработки биологического материала определяется «биотический индекс», позволяющий отнести водный объект к определенному классу по степени загрязнения [6].

Для качественного анализа бентосных животных использовали ручной сбор с подводных предметов и растительности.

По степени разнообразия потребляемых кормов различают эврифагов (полифагов), имеющих наиболее широкий спектр питания, стенофагов, живущих за счет небольшого ассортимента кормов, и монофагов, питающихся каким-либо одним объектом. В зависимости от того, какая пища имеет в жизни гидробионта исключительное или наибольшее значение, различают грунтоедов, детритофагов, фитофагов, зоофагов и фито-зоофагов. Среди фитофагов различают перифитофагов, фитопланктонофагов и фитобентофагов, а среди зоофагов – зоопланктонофагов и зообентофагов.

### Результаты и их обсуждение

В результате камеральной обработки собранного материала в **реке Большая Кокшага** обнаружено 39 видов бентосных беспозвоночных, которые принадлежат к 4 типам, 7 классам и 16 отрядам (табл. 1). Тип Plathelminthes (Плоские черви) представлен одним видом - *P. tennis*, который встречен в единственном экземпляре на погруженных листьях тростника в заводи. Из пиявок встречена только улитковая пиявка (*G. complanata*), она малоподвижна и обычно сидит, присосавшись к растениям, подводным предметам [5]. Питаются эти пиявки преимущественно моллюсками из родов *Planorbis* и *Lymnaea* [8].

Тип Arthropoda (Членистоногие) представлен видами трех классов: Ракообразные, Насекомые и Паукообразные. В классе Ракообразные выявлено 2 вида: *A. Aquaticus* (водяной ослик), принадлежащий к отряду Isopoda (Равноногие раки) и *Gammarus* sp. (бокоплав), принадлежащий к отряду Amphipoda (Разноногие раки), их встречаемость составляла 20% и 10% соответственно. Бокоплавы встречены нами только на этом участке реки и в старице Старая Кокшага, у которой есть сообщение с рекой.

Таблица 1

## Видовой состав донных беспозвоночных водоемов заповедника

Таксоны и виды	Водоемы							
	Река Большая Кокшага	Озеро Шушьер	Озеро Капсино	Озеро Шундуер	Старица Старая Кокшага	Старица Березовая	Старица Шушер- ская	Старица Шимаев- ская
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Тип <b>Плоские черви (Plathelminthes)</b>								
Класс <b>Ресничные черви (Turbellaria)</b>								
<i>Bdellocephla punctata</i> (Pallas, 1774)				+				
<i>Polycelus tennis</i> Jjima, 1884	+							
Тип <b>Кольчатые черви (Annelida)</b>								
Класс <b>Малощетинковые (Oligochaeta)</b>								
<i>Limnodrilus</i> sp.		+						
<i>Tubifex tubifex</i> (O.F. Muller, 1774)				+				
Класс <b>Пиявки (Hirudinea)</b>								
<i>Erpobdella octoculata</i> (Linne, 1758)		+		+	+		+	+
<i>E. nigricollis</i> (Brandes, 1900)		+						
<i>Glossiphonia complanata</i> (Linne, 1758)	+	+				+	+	
<i>Helobdella stagnalis</i> (Linne, 1758)		+		+				+
<i>Haemopsis sanguisuga</i> (Linne, 1758)				+		+		
Тип <b>Членистоногие (Artropoda)</b>								
Класс <b>Паукообразные (Arachnida)</b>								
<i>Argyroneta aquatica</i> (Clerck, 1757)	+	+						
<i>Dolomedes fimbriatus</i> (Clerck, 1757)		+						

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Hydrachnella geographica</i> (Mull.)	+	+		+	+			+
<b>Класс Ракообразные (Crustacea)</b>								
<i>Asellus aquaticus</i> (Linne, 1758)	+	+			+	+	+	+
<i>Gammarus</i> sp.	+				+			
<b>Класс Насекомые (Insecta)</b>								
<b>Отряд Вислокрылки (Megaloptera)</b>								
<i>Sialis morio</i> Klingstedt, 1932		+						
<b>Отряд Полужесткокрылые (Heteroptera)</b>								
<i>Notonecta glauca</i> (Linne, 1758)	+			+	+		+	+
<i>Nepa cinerea</i> (Linne, 1758)					+			
<i>Ranatra linearis</i> (Linne, 1758)				+				
<i>Ilyocoris cimicoides</i> (Linne, 1758)							+	+
<b>Отряд Поденки (Ephemeroptera)</b>								
<i>Ephemera</i> <input type="checkbox"/> ulgate (Linne, 1758)	+				+			
<i>Ephemerella</i> sp.	+				+			
<i>Caenis horaria</i> (Linne, 1758)		+						
<i>C. robusta</i> (Eaton, 1884)		+						
<b>Отряд Стрекозы (Odonata)</b>								
<i>Lestes sponsa</i> (Hausemann, 1823)	+							
<i>Somatochlora aenea</i> (Linne, 1758)							+	+
<i>Epiptera bimaculata</i> (Charpentier, 1825)				+			+	+
<i>Sympetrum vulgatum</i> (Linne, 1758)		+			+		+	+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>Leucorrhinia caudalis</i> (Charpentier, 1840)		+					+	
<i>Gomphus vulgatissimus</i> (Linne, 1758)					+		+	
<i>Ischnura elegans</i> (van der Linden, 1823)	+				+			
<i>Sympecma fusca</i> (van der Linden, 1823)		+						
<i>Aeschna juncea</i> (Linne, 1758)		+					+	
<i>A. cyanea</i> (Linne, 1758)							+	+
<i>A. grandis</i> (Linne, 1758)	+							
<b>Отряд Жесткокрылые (Coleoptera)</b>								
<i>Hydrobius fuscipes</i> (Linne, 1758)	+	+			+			
<i>Haliplus ruficollis</i> (De Geer, 1774)		+			+		+	
<i>Spercheus emarginatus</i> (Schaller, 1783)		+						
<i>Dytiscus marginalis</i> (Linne, 1758)	+							
<i>Helophorus</i> sp.							+	
<i>Heterocerus</i> sp.	+						+	
<i>Graphoderes</i> sp.				+				
<b>Отряд Ручейники (Trichoptera)</b>								
<i>Limnephilus politus</i> McLachlan, 1865	+	+		+				
<i>L. flavicornis</i> (Fabricius, 1787)		+			+		+	+
<b>Отряд Двукрылые (Diptera)</b>								
<b>Семейство Хируномиды (Chironomidae)</b>								
<i>Procladius</i> sp.	+	+			+	+	+	+
Подсемейство <i>Orthoclaadiinae</i>	+					+		+
<i>Chironomus</i> sp.						+		+

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>G. gripecoveni</i> (Kieffer, 1913)		+						
<i>Polypedilum</i> sp.		+						
<i>Endochironomus albipennis</i> Meigen, 1830		+						
<i>Chironomus</i> gr. <i>plumosus</i> (Linne, 1758)			+			+		
Тип <b>Моллюски (Mollusca)</b>								
Класс <b>Брюхоногие (Gastropoda)</b>								
<i>Valvata depressa</i> (C.Pfeifer, 1828)	+	+						
<i>V. piscinalis</i> (O.F. Muller, 1774)	+	+			+		+	
<i>V. trochoidea</i> (Menke, 1857)					+			
<i>Lymnaea ovata</i> (Draparnaud, 1805)		+			+	+	+	+
<i>L. patula</i> (Da Cosla, 1778)					+			+
<i>L. auricularia</i> (Linne, 1758)	+	+						
<i>L. lagotis</i> (Schränck, 1803)		+						
<i>L. stagnalis</i> (Linne, 1758)	+	+	+	+		+		+
<i>L. palustris</i> (O.F. Muller, 1774)		+						
<i>L. glutinosa</i> (O.F.Muller, 1774)							+	
<i>Anisus vortex</i> (Linne, 1758)	+	+			+		+	+
<i>A. contortus</i> (Linne, 1758)		+					+	
<i>A. laevis</i> (Alder, 1838)		+						
<i>Segmentina nitida</i> (O.F. Muller, 1774)		+						
<i>Planorbis carinatus</i> (O.F. Muller, 1774)		+					+	
<i>Planorbarius corneus</i> (Linne, 1758)	+				+	+	+	+
<i>Bithynia inflata</i> (Hansen, 1845)		+						+



Окончание таблицы 1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>B.tentaculata</i> (Linne, 1758)	+	+			+	+	+	+
<i>Viviparus conlectus</i> (Millet, 1813)				+	+		+	+
<i>V. viviparus</i> (Linne, 1758)	+						+	
<i>Acroloxis lacustris</i> (Linne, 1758)		+						
Класс <b>Двустворчатые (Bivalvia)</b>								
<i>Unio longirostris</i> (Rossmoesler, 1836)	+							
<i>U. pictorum</i> (Linne, 1758)	+				+			
<i>U. tumidus</i> (Philipsson, 1788)	+							
<i>Anodonta cygnea</i> (Linne, 1758)	+		+					
<i>A. minima</i> Millet, 1883	+							
<i>A. ponderosa</i> Pfeiffer, 1855	+							
<i>Amesoda solida</i> (Normand, 1884)	+				+			
<i>Sphaerium nucleus</i> (Studer, 1820)	+				+	+		
<i>S. nitidum</i> (Clessin in Westerlund, 1876)	+				+		+	+
<i>S. corneum</i> (Linne, 1758)	+				+			+
<i>S. suecicum</i> (Westerlund, 1871)			+				+	+
<i>Pisidium ammicum</i> (O.F. Muller, 1774)	+				+			
<i>Euglesa obtusalis</i> (Pfeiffer, 1821)					+			
<i>E. ponderosa</i> (Stelfox, 1918)	+						+	
<i>E. henslowana</i> (Sheppard, 1823)	+				+			

Класс Insecta (Насекомые) оказался самым разнообразным из типа Членистоногие по видовому разнообразию, встречено 12 видов. В отрядах Coleoptera и Diptera определение до вида не проводилось ввиду отсутствия достаточно подробных определителей и значительной трудности определения. Отряд Ephemeroptera (Поденки) был представлен двумя видами, встречаемость которых составила по 10%. Отряд Heteroptera (Клопы) представлен семейством Notonectidae (Гладыши) с одним видом *N. glauca* (табл. 1). Из отряда Odonata (Стрекозы) встречены личинки следующих семейств: Aeschnidae, Coenagrionidae и Lestidae. В каждом семействе найдено по одному виду, поэтому встречаемость каждого вида составила 10% (табл. 1). Представители этого отряда – типичные амфибионты. Имаго их активно летают около водоемов. Особенно многочисленны они здесь в период брачного лета, когда после оплодотворения самки откладывают яйца в воду, где и происходит развитие личинок [5].

Отряд Coleoptera (Жесткокрылые) представлен тремя родами: Hydrobius, Dytiscus, Heterocerus. В отряде Diptera (Двукрылые) обнаружено одно семейство, которое представлено двумя подсемействами – Tanerodina и Orthocladiinae. Отряд Trichoptera (Ручейники) представлен семейством Limnephilidae (Настоящие ручейники) с одним видом *L. politus*.

В классе Arachnida (Паукообразные) выявлено 2 отряда: Aranei (Пауки) и Acari (Клещи). Из пауков часто встречался вид *A. aquatica* (паук-серебрянка), из клещей не менее часто встречался вид *H. geographica* (клещ географический).

Третьим, самым многочисленным, был тип Mollusca (Моллюски), в его состав вошли 2 крупных класса – Gastropoda (Брюхоногие) и Bivalvia (Двустворчатые моллюски). Брюхоногие представлены 8 видами, принадлежащими к 9 родам (табл. 1). Двустворчатые моллюски представлены 13 видами, которые принадлежат к 6 родам. Для моллюсков в реке Большая Кокшага на исследуемом участке в районе кордона Старый Перевоз, характерна наибольшая встречаемость: *S. nitidum* – 40%, *S. corneum* – 30%, *U. pictorum* – 30%, *A. vortex* – 30%, *V. viviparus* – 40%.

На станциях зарегистрировано от 3 до 9 видов. Из табл. 2 видно, что средняя численность на данном участке реки Большая Кокшага составила  $129,8 \pm 10,6$  экз./м<sup>2</sup>, максимальная численность гидробионтов – 175 экз./м<sup>2</sup> на станции № 3, расположенной в зарослях макрофитов.

Таблица 2

## Структурные характеристики бентоценозов и качество воды водоемов заповедника

Показатели	Водоем и год исследования							
	Река Большая Кокшага (2000)	Старица Старая Кокшага (2000)	Старица Березовая (2001)	Старица Шушерская (2001)	Старица Шимаевская (2001)	Озеро Шундуер (2000)	Озеро Капсино (2000)	Озеро Шушер (2002)
Количество видов	39	31	12	29	25	13	4	40
классов	7	6	5	6	7	6	3	7
отрядов	16	14	7	10	10	10	4	13
Средняя численность (экз./м <sup>2</sup> )	129,8±10,6	76,0±9,2	48,7±7,7	81,2±18,1	76,2±16,7	42,0±12,9	20,0±8,9	212,1 ± 43,4
Средняя биомасса (г/м <sup>2</sup> )	147,0±39,6	103,6±35,9	7,7±2,1	57,5±11,2	21,6±2,7	51,8±16,1	13,2±9,5	15,9 ± 3,1
Сбалансированность сообщества	устойчиво	устойчиво	малоустойчиво	устойчиво	устойчиво	малоустойчиво	малоустойчиво	устойчиво
индекс Шеннона	3,27	3,22	2,69	3,03	3,06	2,63	2,19	3,02
индекс Симпсона	0,89	0,88	0,82	0,85	0,85	0,81	0,72	0,84
Виды доминанты по встречаемости (%)	<i>B. tentaculata</i> – 50% β-мезосапроб	<i>V. piscinalis</i> – 50% β-мезосапроб	<i>C. gr. plumosus</i> – 50% полисапроб	<i>V. piscinalis</i> – 70% β-мезосапроб	<i>E. octoculata</i> – 60% α-β-мезосапроб	<i>E. octoculata</i> – 50% α-β-мезосапроб	<i>C. gr. plumosus</i> – 40% полисапроб	<i>E. octoculata</i> – 73% α-β-мезосапроб
Класс качества воды	II	III	V	III	III	V	V	III
индекс Вудивисса	8	7	3	6	5	5	2	7
Качество воды в водоеме	чистые	умеренно загрязненные	грязные	умеренно загрязненные	умеренно загрязненные	грязные	грязные	умеренно загрязненные

По степени разнообразия потребляемых кормов в данном водоеме встретились эврифаги (полифаги), имеющие наиболее широкий спектр питания; стенофаги, живущие за счет небольшого ассортимента кормов, и монофаги, питающиеся каким-либо одним объектом. Наибольший процент от всего видового состава (33,4%) составляют эврифаги (табл. 3).

Средняя биомасса бентосных животных составила  $147,0 \pm 39,6$  г/м<sup>2</sup> (табл. 2). Максимальная биомасса гидробионтов на участке достигала 387 и 362 г/м<sup>2</sup>, данные пробы состояли большей частью из крупных двустворчатых моллюсков. Минимальная биомасса составила 20 г/м<sup>2</sup>, в пробах были лишь личинки водных жуков и комаров, моллюски в пробе отсутствовали.

В старице Старая Кокшага обнаружен 31 вид бентосных животных, которые относятся к 3 типам, 6 классам и 14 отрядам (табл. 1). Класс Паукообразные представлен лишь одним видом – *H. geographica* из отряда Клещи, его встречаемость составила 10%. Гидрахнеллы обычны в стоячих и слабopоточных прудах и озерах [2], это – хищники. Класс Ракообразные представлен видами *A. aquaticus* и *Gammarus* sp., их встречаемость – по 20%.

Пиявка *E. octoculata* – один из самых распространенных и многочисленных видов пиявок, отнесен А.Л. Берингом к «стандартным» пиявкам Волжского бассейна, обитает в водоемах различного типа как в Европе, так и в Азии. Это – единственный вид пиявок, встреченный нами в старице Старая Кокшага.

Класс Насекомые представлен шестью отрядами: Поденки, Полужесткокрылые, Стрекозы, Двукрылые, Ручейники и Жесткокрылые. Самым разнообразным в видовом отношении был отряд Стрекозы, зарегистрировано три вида: *S. vulgatum*, *G. vulgatissimus*, *I. elegans*, они относятся к европейско-сибирским видам с ареалом от Атлантического до Тихого океана. Могут обитать в различных водоемах, преимущественно в стоячих, где много растительности [10].

Класс Брюхоногие представлен семействами – Lymnaeidae, Planorbidae, Bulnidae, Bithyniidae, Viviparidae, Valvatidae, а класс Двустворчатые – Pisidiidae и Unionidae. Семейство Unionidae представлено здесь одним видом перловиц – *U. pictorum*, а семейство Pisidiidae 7 видами. Представители моллюсков встречались в 8 пробах из 10. Наибольшая встречаемость характерна для видов: *L. ovata* – 30%, *A. vortex* – 30%, *B. tentaculata* – 30%, *V. piscinalis* – 50%.

Таблица 3

## Трофическая структура бентоценозов исследуемых водоемов (% от общего количества видов)

	Водоемы и год исследований							
	Река Большая Кокшага (2000)	Ст. Старая Кокшага (2000)	Старица Березовая (2001)	Старица Шушерская (2001)	Старица Шимаевская (2001)	Озеро Шундуер (2000)	Озеро Капсино (2000)	Озеро Шушер (2002)
Фитодетритофаги	17,9	19,4	8,3	13,7	12,0	7,7	-	17,5
Зоофаги	23,1	<b>25,8</b>	16,7	<b>48,4</b>	<b>32,0</b>	<b>61,5</b>	-	<b>35,0</b>
Эврифаги	<b>33,4</b>	<b>25,8</b>	8,3	10,4	12,0	-	<b>50,0</b>	-
Зоофитофаги	2,5	3,2	-	-	4,0	7,7	-	2,5
Детритофитофаги	5,3	3,2	<b>33,4</b>	3,5	24,0	7,7	25,0	12,5
Фитозоофаги	10,2	12,9	25,0	17,2	8,0	15,4	25,0	17,5
Фитофаги	7,6	9,7	8,3	6,8	8,0	-	-	15,0

**Примечание:** жирным шрифтом выделены максимальные значения; - отсутствие представителей трофической группы.

Средняя численность зообентоса составила  $76,0 \pm 9,2$  экз./м<sup>2</sup> (табл. 2). Наибольшая численность достигает 125 и 112 экз./м<sup>2</sup>, соответственно, в пробах № 1 и № 7, в основном за счет моллюсков. Пробы отличались песчано-илистым дном и наличием растительности, которая была представлена кубышкой желтой (*Nuphar lutea* L.), стрелолистом обыкновенным (*Sagittaria sagittifolia* L.), рдестом плавающим (*Potamogeton natans* L.).

Наименьшая численность гидробионтов составила 37 экз./м<sup>2</sup> в пробе № 10, в ней встречено 2 вида моллюсков и водяной скорпион. Эта проба характеризовалась илистым дном и наличием скудной растительности.

По спектрам питания в старице преобладают зоофаги (25,8%) и эврифаги (25,8%), меньше всего зоофитофагов и детритофитофагов (табл. 3). Всего обнаружено 7 трофических групп.

Средняя биомасса в старице составила  $103,6 \pm 35,9$  г/м<sup>2</sup>. Максимальная биомасса равна  $342,5$  г/м<sup>2</sup> в пробе № 5. Такая биомасса достигается за счет присутствия крупных перловиц *U. pictorum*. Наименьшая биомасса была  $12$  г/м<sup>2</sup> в пробах № 8 и № 10, эти пробы характеризовались и низкой численностью. Нужно сказать, что во многих пробах встречались раковины мертвых моллюсков.

**Озеро Шундуер** отличается очень илистым дном и развитой растительностью, которая представлена элодеей канадской, ряской малой и другими видами растений. В озере обнаружено всего 13 видов донных беспозвоночных, которые относятся к 4 типам, 6 классам и 10 отрядам (табл. 1). В этом озере нами зарегистрирован крупный экземпляр планарии *B. punctata*, который был очень похож на азиатский вид, и только благодаря гистологическому анализу доцента кафедры зоологии беспозвоночных Казанского госуниверситета Н.В. Шакуровой было выяснено, что это *B. punctata* необычных размеров.

Тип Annelida (Кольчатые черви), представлен классами Hirudinea (Пиявки) и Oligochaeta (Малощетинковые черви). Из малощетинковых червей в озере обнаружен *T. tubifex* – полисапробный вид, образующий огромные скопления в иле сильно загрязненных рек и озер, но в незначительных количествах встречается и на песчаных грунтах более чистых водоемов [5].

Пиявки составляют основу численности бентосных беспозвоночных, этот класс включает два семейства – Hirudinidae и Erpobdellidae. Семейство Hirudinidae представлено одним видом – *H. sanguisiga*, обнаружен единственный экземпляр. Питается большая ложноконская пиявка (*H. sanguisiga*) преимущественно червями, моллюсками, личинками насекомых, мелкими позвоночными (головастиками) [8]. Представители се-

мейства Euphobdellidae составляют основу зообентоса, это виды *H. stagnalis* и *E. octoculata*, для них характерна наибольшая встречаемость – 20% и 30%, соответственно.

Тип Arthropoda представлен в данном водоеме только двумя классами Insecta и Arachnida. Для класса Насекомые характерно всего пять видов из отрядов Полужесткокрылые (*I. cimicoides* и *R. linearis*), Стрекозы (*E. bimaculata*) и Жесткокрылые (*Graphoderes* sp.) (табл. 1).

Представители типа Mollusca в озере немногочисленны и относятся к одному классу Gastropoda, с двумя семействами. В каждое семейство входит по одному виду, их встречаемость составила: *L. stagnalis* – 30%, *V. contectus* – 20%.

Трофическая структура озера представлена 5 группами, различающимися по спектрам питания (табл. 3). Наибольший процент видов относится к зоофагам (большое количество хищных клопов и пиявок).

Из 10 взятых проб 2 были пустыми. По данным табл. 2 видно, что средняя численность по озеру составила  $42,0 \pm 12,9$  экз./м<sup>2</sup>. Наибольшая численность – 112 экз./м<sup>2</sup> в пробе № 5, наименьшая – 12 экз./м<sup>2</sup> (не считая пустых проб) в пробе № 3, так как здесь найден только *A. aquatica*. Это хищники, которые питаются различными мелкими водными беспозвоночными. Излюбленной пищей их являются водяные ослики [8].

Средняя биомасса  $51,8 \pm 16,1$  г/м<sup>2</sup>, ее основу составляют брюхоногие моллюски. Они были многочисленны и представлены довольно крупными экземплярами, хотя встречено было всего два вида (табл. 1).

В озере Капсина обнаружено всего 4 вида бентосных животных (табл. 1). Почти половина из взятых проб оказались пустыми, в остальных же присутствовали единичные экземпляры.

В озере обнаружены представители двух типов – Членистоногие и Моллюски. Тип Членистоногие представлен видом *C. gr. plumosus* из отряда Двукрылые, класс Насекомые. Этот вид оказался основным обитателем озера Капсина, встречаемость составляла 40%. *C. gr. plumosus* могут жить в мощных слоях илов и в сильно загрязненных водоемах [10].

Из брюхоногих моллюсков здесь встречен *L. stagnalis*, наиболее крупный из наших прудовиков обитает в стоячих водоемах – прудах, озерах, затонах рек с обильной растительностью. Распространен в Европе и в северной Азии до Камчатки. Из двустворчатых – *A. cygnea* и *S. sueticum*, встречаемость всех моллюсков составила по 10%.

Количество видов в пробах колебалось от 0 до 5. Средняя численность составила  $20,0 \pm 8,9$  экз./м<sup>2</sup>. Наибольшая численность составила 92

экз./м<sup>2</sup> в пробе № 3 за счет представителей рода *Chironomus*. Наименьшая численность – 12 экз./м<sup>2</sup> (не считая пустых проб).

Биомасса на станциях была невелика. Средняя биомасса – 13,2±9,5 г/м<sup>2</sup>, максимальная – 97 г/м<sup>2</sup>, за счет присутствия в пробе 2-х двустворчатых моллюсков – *A. cygnea*. Минимальная биомасса составила 1 г/м<sup>2</sup>, так как здесь присутствовал лишь *C. gr. plumosus*.

Больше всего в исследуемом озере обнаружено эврифагов – 50% (табл. 3). Достаточно большое значение имела группа детритофитофагов – 25%, которые питаются разлагающейся органикой, очень обильной на дне озера.

В летний период 2001 года нами исследовались старицы заповедника «Большая Кокшага».

**В старице Березовая** обнаружено 12 видов беспозвоночных животных, которые относятся к 3 типам, 5 классам и 7 отрядам (табл. 1).

Тип Annelida представлен одним классом Пиявки с двумя видами – *G. complanata* и *H. sanguisuga*. Тип Членистоногие представлен классами Насекомые и Ракообразные. Класс Ракообразные представлен одним отрядом с единственным видом – водяной ослик (*A. aquaticus*). Обычно водяные ослики неподвижно сидят на растениях, но при опасности они могут терять конечности, которые впоследствии регенерируют. Водяные ослики питаются отмирающими растениями, поэтому их легко обнаружить в прибрежной части водоемов среди растительных остатков (стебли камыша и тростника, опавшие листья и т. п.), даже на значительных глубинах в больших озерах [5].

Класс Насекомые представлен одним отрядом – Двукрылые (табл. 1). Массового развития в данном водоеме достигает семейство Chironomidae. Представители его биологически связаны с самыми разными водоемами, живут на дне или среди водных растений, питаются детритом, бактериями, тканями водных растений, есть среди них и хищники [8]. В наших сборах семейство Chironomidae было представлено 4 видами: *Procladius* sp., *Chironomus* sp., *C. gr. plumosus* и представителем подсемейства Orthocladiinae.

Класс Брюхоногие представлен семействами Lymnaeidae, Planorbidae, Bithyniidae, а класс Двустворчатые – Pisidiidae. Только семейство Lymnaeidae включало два вида прудовиков *L. ovata* и *L. stagnalis*, остальные представлены одним видом (табл. 1).

Количество видов на станциях колебалось от 1 до 7. Средняя численность 48,7±7,7 экз./м<sup>2</sup> (табл. 2). Наибольшая численность составила 87,0 экз./м<sup>2</sup> на станции № 2 за счет представителей рода *Chironomus*.



Наименьшая численность – 12,0 экз./м<sup>2</sup>. Средняя численность (медиана) – 37,5 экз./м<sup>2</sup>.

Наибольшая встречаемость была характерна для видов *C. gr. plumosus* (50%) и *G. complanata* (20%).

Больше всего в исследуемом озере обнаружено детритофитофагов – 33,4% (табл. 3), которые питаются в основном детритом, в качестве второстепенной пищи используют водоросли [8].

Биомасса на станциях также достигала небольших размеров. Средняя биомасса – 7,7±2,1 г/м<sup>2</sup> (медиана 5,3 г/м<sup>2</sup>), максимальная – 20,7 г/м<sup>2</sup>, за счет присутствия в пробе брюхоногих моллюсков. Минимальная биомасса составила 0,03 г/м<sup>2</sup>.

В **Шимаевской старице** обнаружено 25 видов беспозвоночных животных, которые относятся к 3 типам, 7 классам и 10 отрядам (табл. 1).

Класс Пиявки представлен двумя видами: *E. octoculata*, которая встречалась в 6 пробах из 10, и *H. stagnalis*. Малая ложноконская пиявка (*E. octoculata*) является самым обычным обитателем прудов, различных водоемов с проточной водой, заросших камышом, тростником, покрытых ряской и листьями кубышек и кувшинок. Ее можно обнаружить на подводных камнях, затонувших ветках, на водных растениях [2]. Класс Ракообразные представлен одним видом (табл. 1). Класс Насекомые составили представители четырех отрядов: Полужесткокрылые, Стрекозы, Ручейники, Двукрылые. Наибольшее видовое богатство характерно для отряда Стрекозы, встречено четыре вида: *S. aenea*, *E. bimaculata*, *S. vulgatum* и *A. cyanea*, все являются разнокрылыми стрекозами. Довольно крупные и прекрасно летают.

Класс Брюхоногие представлен 5 семействами — Lymnaeidae, Planorbidae, Bithyniidae, Viviparidae, Bulinidae, которые насчитывают 8 видов. Класс Двустворчатые представлен тремя видами семейства Pisidiidae (табл. 1).

Количество видов в станциях колебалось от 3 до 17. Средняя численность составила 76,2±16,7 экз./м<sup>2</sup> (медиана 62,5 экз./м<sup>2</sup>) (табл. 2). Наибольшая численность на станциях составила 212,0 экз./м<sup>2</sup>, наименьшая – 25,0 экз./м<sup>2</sup>.

Биомасса на станциях также достигала небольших величин. Средняя биомасса – 21,6±2,7 г/м<sup>2</sup> (медиана 24,6 г/м<sup>2</sup>) (табл. 2). Наибольшая биомасса составила 26,6 г/м<sup>2</sup> на станции № 3, наименьшая – 5,9 г/м<sup>2</sup> на станции № 9.

Доминирующим видом по встречаемости была малая ложноконская пиявка, встречаемость 60%. Встречаемость других видов не превышала 30%.

Трофическая структура старицы Шимаевская представлена 7 группами, 32% видов, обитающих в водоеме, являются зоофагами (табл. 3).

**В Шушерской старице** обнаружено 29 видов донных беспозвоночных, которые относятся к 3 типам, 6 классам и 10 отрядам (табл. 1). Тип Annelida представлен двумя видами пиявок. Класс Ракообразные представлен одним отрядом Равноногие раки (табл. 1). Класс Насекомые представлен видами из 10 семейств. Из всех исследуемых нами водоемов в Шушерской старице зарегистрировано наибольшее количество видов личинок стрекоз – 7 видов, из них два вида рода *Aechna*. Это – крупные стрекозы, личинки которых обитают в стоячих и слабопроточных водоемах. Они питаются различными беспозвоночными, но охотно хватают головастиков и мальков рыб. Встречаются в Европе и на Кавказе [10].

Класс Брюхоногие представлен 10 видами из 6 семейств, а класс Двустворчатые – 3 видами из семейства Pisidiidae (табл. 1). Часто встречались моллюски: *A. vortex* – 40%, *P. corneus* – 20%, *V. viviparus* – 30%, *V. piscinalis* – 70%. Остальные девять видов имели встречаемость по 10%.

Средняя численность донных беспозвоночных составила  $81,2 \pm 18,1$  экз./м<sup>2</sup> (медиана 75,0 экз./м<sup>2</sup>). Наибольшая численность достигла 225,0 и 112,5 экз./м<sup>2</sup>, наименьшая – 37,5 экз./м<sup>2</sup>.

Средняя биомасса составила в старице  $57,5 \pm 11,2$  г/м<sup>2</sup> (медиана 46,6 г/м<sup>2</sup>) (табл. 2). Наибольшая биомасса отмечается в станции № 2 и составляет 138,3 г/м<sup>2</sup>, наименьшая биомасса отмечена в станции № 9 и составляет 44,0 г/м<sup>2</sup>.

По трофической структуре выделено 6 групп бентосных животных, больше всего обнаружено зоофагов – 48,4% (табл. 3).

**Озеро Шушер** отличается очень илистым дном с растительными остатками и развитой растительностью, которая представлена элодеей канадской, осокой лисьей, ряской малой и другими видами. В некоторых местах дно песчаное или глинистое. В озере обнаружено 40 видов животных макрозообентоса, которые относятся к 3 типам, 7 классам и 13 отрядам (табл. 1).

Озеро Шушер отличается довольно большим видовым разнообразием. В нем встречается 4 вида пиявок, доминирующими являются *E. oscutolata* (встречаемость 73%) и *E. nigricollis* (63%). Довольно большая встречаемость у двуглазой пиявки (*H. stagnalis*) – 36%. Она очень подвижна, поэтому жертвами ее становятся различные личинки водных насекомых, ракообразные, малощетинковые черви, пиявки и другие мел-

кие беспозвоночные. Сама же она служит пищей для бентосоядных рыб. Из олигохет нами встречен *Limnodrilus* sp. (18%).

Переходя к классу Насекомых Insecta, нужно отметить, что в данном водоеме они представлены довольно богато, их роль в природном комплексе весьма значительна. Единственный представитель отряда Большекрылых *S. morio* – очень заметный компонент бентоса в слабо проточных пойменных водоемах. Живет личинка вблизи берегов, среди детрита, ила в стоячих или медленно текущих водоемах [5]. Питается мелкими беспозвоночными. Из всех исследуемых водоемов этот вид был отмечен только для озера Шушер.

Встречаются также представители клопов, стрекоз, водных жесткокрылых и виды комаров. Отряд Ephemeroptera (Поденки) представлен двумя видами, максимальная встречаемость у *C. horaria* – 36%.

Отряд Trichoptera представлен двумя видами семейства Limnephiliidae, их встречаемость составляла по 9%. Отряд Стрекозы представлен 4 видами, в отряде Coleoptera зарегистрировано три вида (табл. 1). Из отряда Diptera обнаружено одно семейство, представленное четырьмя видами комаров-дергунов со встречаемостью от 9% до 27%.

Из моллюсков – только 15 видов брюхоногих. Встречаемость моллюсков от 9%, максимальная у *L. lagotis* – 54%. Двустворчатых живых моллюсков встречено не было, но пустых раковин найдено большое количество. Некоторые станции озера Шушер отличались выделениями  $\text{CH}_4$  и  $\text{H}_2\text{S}$ , что свидетельствует об интенсивной минерализации. Эти станции не отличались видовым богатством.

По степени разнообразия потребляемых кормов в данном водоеме доминировали зоофаги, 35% видового состава являются хищниками (табл. 3).

Количество видов в пробах колебалось от 5 до 21. Средняя численность составила  $212,1 \pm 43,4$  экз./м<sup>2</sup> (медиана 162,5 экз./м<sup>2</sup>). Максимальная численность гидробионтов составила 491 экз./м<sup>2</sup> в пробе № 10, наименьшая численность – 66 экз./м<sup>2</sup> в пробе № 5, здесь встречены клещи, вислоккрылки, личинки комаров и мелкие моллюски. Этот участок озера характеризуется обильной растительностью, но в воде чувствовался запах сероводорода.

Средняя биомасса бентосных животных составила  $15,9 \pm 3,1$  г/м<sup>2</sup> (медиана 12,4 г/м<sup>2</sup>). Максимальная биомасса гидробионтов на участке составила 33,9 и 33,0 г/м<sup>2</sup>, данные пробы отличались высокой численностью. Минимальная биомасса составила 3,6 г/м<sup>2</sup>. В пробах озера Шушер большой биомассе соответствует высокая численность. Большую часть

биомассы составляют крупные брюхоногие моллюски и многочисленные пиявки.

### Заключение

Биологическое равновесие водных экосистем поддерживается многочисленными подвижными связями организмов между собой и с абиотической средой. При любом воздействии это равновесие нарушается, что отражается на видовом составе биоценозов. Изменение видового состава происходит даже при очень слабом загрязнении водоемов. Проведенные исследования степени загрязнения водных экосистем на охраняемых природных территориях важно и в том отношении что, одновременно изучалась структура сообществ.

В результате проведенных исследований можно сделать следующее заключение:

Большое влияние на видовое разнообразие сообщества оказывают трофические связи между организмами. Активное хищничество существенно снижает плотность видов-доминантов, давая тем самым возможность менее конкурентоспособным видам более полно использовать пространство и другие ресурсы, в результате чего видовое разнообразие в водной экосистеме возрастает. Наиболее разнообразны трофические связи в реке Большая Кокшага, старице Старая Кокшага и старице Ши-маевская, там зарегистрировано 7 групп, различающихся по спектрам питания: фитодегрититофаги, зоофаги, эврифаги, зоофитофаги, дегритито-фитофаги, зоофитофаги, фитофаги (табл. 3). В озере Капсино отмечено только 3 трофические группы и 50% видов являются эврифагами. Наибольший процент эврифагов в реке Большая Кокшага достигается за счет двустворчатых моллюсков – биофильтраторов, их на исследуемом участке зарегистрировано 13 видов. В озере Шундуер 61,5% зоофагов достигается благодаря присутствию хищных водных клопов и пиявок.

Средняя биомасса в исследуемых водоемах оказалась достаточно высокой. Если рассматривать кормность водоемов, то малокормных водоемов с биомассой менее  $4 \text{ г/м}^2$ , среди изученных нет. К среднекормному можно отнести старицу Березовую, здесь биомасса была не выше  $10 \text{ г/м}^2$ . Все остальные изученные водоемы заповедника относятся к высококормным. Однако в каждом водоеме отмечено, что по станциям биомасса варьирует в весьма широких границах. Это говорит о неоднородности грунта. Большинство водных организмов предпочитает обитать на определенных типах грунта. На непривычных грунтах водные организмы не могут нормально питаться, строить убежища, что ведет к их ослаблению и гибели.

Так, если расположить исследуемые водоемы по увеличению коэффициента вариации биомассы по станциям, получим следующий ряд: старица Шимаевская (варьирование биомассы по станциям от 15,6 до 28,4 г/м<sup>2</sup>) < старица Шушерская (11,2-138,3 г/м<sup>2</sup>) < оз. Шушер (3,5-33,9 г/м<sup>2</sup>) < р. Большая Кокшага (20,8-387,2 г/м<sup>2</sup>) < старица Березовая (0,03-20,7 г/м<sup>2</sup>) < оз. Шундуер (0-137,9 г/м<sup>2</sup>) < старица Старая Кокшага (12,3-342,8 г/м<sup>2</sup>) < оз. Капсина (0-97,9 г/м<sup>2</sup>).

По увеличению коэффициента вариации по численности водоемы располагаются следующим образом: р. Большая Кокшага (варьирование численности по станциям от 64 до 175 экз./м<sup>2</sup>) < старица Старая Кокшага (37-125 экз./м<sup>2</sup>) < старица Березовая (12-87 экз./м<sup>2</sup>) < оз. Шушер (66,6-491,6 экз./м<sup>2</sup>) < старица Шимаевская (25-212 экз./м<sup>2</sup>) < старица Шушерская (12-225 экз./м<sup>2</sup>) < оз. Шундуер (0-112 экз./м<sup>2</sup>) < оз. Капсина (0-92 экз./м<sup>2</sup>).

Можно отметить, что при увеличении численности макрозообентоса, биомасса пропорционально увеличивается. Такая картина наблюдается вследствие, что донное сообщество в основном состоит из крупных личинок. Увеличение их численности приводит к одновременному увеличению общей биомассы всего зообентоса. Это можно объяснить тем, что в водоеме каждый вид обладает своей характерной индивидуальной массой. Если происходит резкое увеличение численности мелких видов, то это не приводит к значительному увеличению биомассы, в то время как незначительное увеличение численности видов с высокой массой приводит к резкому возрастанию всей биомассы бентоса.

В основном водоемы имеют хорошую кормовую базу для донных рыб. Однако нужно принимать во внимание тот факт, что в озере Капсина большая биомасса достигается за счет присутствия в пробах крупных двустворчатых моллюсков рода *Anodonta*, хотя в озере встречается всего 4 вида. Если сравнить с озером Шушер, в котором зарегистрировано 40 видов, но ни одного двустворчатого моллюска, то по значениям средних биомасс эти водоемы очень сходны.

Доминирующими видами в водоемах были  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробы и р-сапробы (табл. 2). В старице Шимаевская, озерах Шушер и Шундуер наиболее часто встречается малая ложноконская пиявка (*E. octoculata*) являющаяся,  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробным видом по отношению к содержанию органических веществ в воде. В старице Старая Кокшага, старице Шушерская и реке Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз доминировали  $\beta$ -мезосапробные моллюски затворка красивая (*V. piscinalis*) и битиния щупальцевая (*B. tentaculata*). Полисапробный вид ли-

чинка комара-дергуна (*C. gr. plumosus*) доминировал в старице Березовая и озере Капсино.

Оценка санитарно-гидробиологического состояния водоемов проведенная на основе индекса видового разнообразия Шеннона и индекса доминирования Симпсона позволяет отнести бентосные сообщества реки Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз, старицы Старая Кокшага, старицы Шушерская, старицы Шимаевская, озера Шушер на момент исследований являются устойчивыми, сбалансированными (табл. 2). Донные сообщества старицы Березовая и озеро Шундуер и Капсино являются малоустойчивыми.

Значения биотического индекса Вудивисса позволяют заключить, что вода реки Большая Кокшага относится ко 2 классу качества и является чистой. Вода в старице Березовая, озерах Шундуер и Капсино - грязная, в старицах Старая Кокшага, Шимаевская, Шушерская и озере Шушер - умеренно-загрязненная.

### Выводы

1. Бентофауна исследуемых 8 водоемов ГПЗ «Большая Кокшага» представлена 86 видами донных беспозвоночных. Из них 36 видов – представители типа Моллюски и 41 вид относится к типу Членистоногие. Отмечено присутствие в водоемах заповедника редко встречающихся видов планарий *B. punctata* и *P. tennis*.

2. Видовой состав донной фауны водоемов заповедника далеко не одинаков. Наибольшее количество видов макрозообентоса зарегистрировано в крупных водоемах – озере Шушьер (40 видов) и реке Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз (39 видов). Очень бедна бентофауна заиленных водоемов озера Капсино (4 вида), старицы Березовая (12 видов) и озера Шундуер (13 видов).

3. Высокими структурными показателями (численность и биомасса) отличается река Большая Кокшага. На исследуемом участке достаточно высока и средняя численность ( $129,8 \pm 10,6$  экз./м<sup>2</sup>), и средняя биомасса ( $147,0 \pm 39,6$  г/м<sup>2</sup>). В этом отношении очень интересен бентоценоз озера Шушьер: при высокой средней численности ( $212,1 \pm 43,4$  экз./м<sup>2</sup>) очень низкие показатели средней биомассы ( $15,9 \pm 3,1$  г/м<sup>2</sup>). По станциям численность и биомасса варьируют в весьма широких пределах.

4. В исследуемых водоемах видами доминантами по частоте встречаемости являются  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробный вид *E. octoculata* в оз. Шундуер, старице Шимиевская и озере Шушер;  $\beta$ -мезосапробный вид *V. piscinalis* в старицах Старая Кокшага и Шушерская;  $\beta$ -мезосапробный вид *B. tentaculata* в р.е Большая Кокшага;  $\rho$ -сапробный вид *C. gr. plumosus* в ста-

рице Березовая и озере Капсино. Олигосапробным видом является *L. flavicornis* - единичные экземпляры в старицах Шушерская, Шимаевская, Старая Кокшага и оз. Шушьер.

5. Трофическая структура исследуемых водоемов представлена 7 группами, различающимися по спектрам питания: фитодетритофаги, зоофаги, эврифаги, зоофитофаги, детритофитофаги, зоофитофаги, фитофаги. Однако, представители всех 7 групп были отмечены только в реке Большая Кокшага, старице Старая Кокшага и старице Шимаевская.

6. По информационным индексам Шеннона и Симпсона бентоценозы реки Большая Кокшага в районе кордона Старый Перевоз, стариц Старая Кокшага, Шушерская, Шимаевская и озера Шушьер являются устойчивыми, сбалансированными, бентоценозы старицы Березовая и озер Шундуер и Капсино – малоустойчивы.

7. По биотическому индексу Вудивисса (БИВ) вода реки Большая Кокшага имеет II класс качества и относится к категории чистых. Вода стариц Старая Кокшага, Шушерская, Шимаевская и оз. Шушьер имеет III класс качества и относится к категории умеренно-загрязненных. Вода в старице Березовая и оз. Шундуер и Капсино имеет V класс качества и относится к категории грязные воды.

### **Библиографический список**

1. Демаков Ю.П., Исаев А.В., Толстухин А.И. Гидрологический очерк территории заповедника // Научные труды государственного природного заповедника «Большая Кокшага». Вып. 1. – Йошкар-Ола, 2005. С. 106-124.
2. Каменев А.Г. Биопродуктивность и биоиндикация малых водотоков междуречья Суры и Мокши. Макрозообентос. – Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 2002. 120 с.
3. Константинов А.С. Общая гидробиология. – М.: Высш. шк., 1979. 480 с.
4. Лакин Р.Ф. Биометрия. – М.: Высшая школа, 1990. 352 с.
5. Липин А.Н. Пресные воды и их жизнь. – М., Учпедгиз, 1950. 345 с.
6. Макрушин А.В. Биологический анализ качества вод. – Л.: Изд-во АН СССР, 1974. 60 с.
7. Мелентьева Р.Р. Методические разработки для большого практикума «Методы определения качества вод». – Казань, 1987. 24 с.
8. Монаков А.В. Питание пресноводных беспозвоночных. – М.: МАКС Пресс, 1998. 321 с.
9. Определитель беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.5. Высшие насекомые. Под общ. ред. С.Я. Цалолихина. – СПб.: Наука, 2001. 836 с.
10. Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР. Планктон и бентос. Под ред. Кутиковой Л.А., Старобогатова Я.И. – Л.: Гидрометеоиздат, 1977. 477 с.

11. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.3. Низшие насекомые. Паукообразные. Под ред. С.Я. Цалолыхина. – СПб.: ЗИН РАН, 1997. 499 с.

12. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т.2 Ракообразные. Под ред. С.Я. Цалолыхина. – СПб.: ЗИН РАН, 1995. 627 с.

13. Соколов В.Е., Шаланки Я. М., Криволицкий Д.А. Международная программа по биоиндикации антропогенного загрязнения природной среды // Экология. 1990. №2. С. 30-34.

14. Степановских А.С. Общая экология. – Курган: ГИПП «Зауралье», 1999. 512 с.

15. Экологический мониторинг. Ч.5. Методы биологического и физико-химического мониторинга. Под ред. Д.Б. Гелашвили. – Н.Новгород: ННГУ, 2003. 399 с.

## STRUCTURE OF MACROZOOBENTHIC COMMUNITIES AND WATER QUALITY ESTIMATES IN SOME WATER POOLS OF THE RESERVE

P.V. Bedova

Hydrobiological research on the reserve water pools were held in summer time (June-July) of 2000-2002. Water quality was estimated on the basis of structural characteristics of macrozoobenthic communities in the oxbow lakes (Berezovaya, Shimaevsky, Staraya Kokshaga, Shushersky), in the river Bolshaya Kokshaga near the site Stary Perevoz, and in the lakes Shusher, Shunduer, Kapsino.

Benthic fauna of 8 examined water pools included 86 species of invertebrates. Two rare planaria species were marked, *Bdellocephala punctata* (Pallas, 1774) и *Polycelus tennis* (Ijima, 1884). Water pools revealed good feeding conditions for the benthic fish; the oxbow lake Berezovaya was regarded as a mesotrophic pool, and other pools were very rich in food. The highest frequency values were registered for  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobic species *Erpobdella octoculata* (Linne, 1758),  $\beta$ -mesosaprobic species *Valvata piscinalis* (O.F. Muller, 1774),  $\beta$ -mesosaprobic species *Bithynia tentaculata* (Linne, 1758) and  $\rho$ -saprobic species *Chironomus gr. plumosus* (Linne, 1758). Trophic structure in water pools at study was presented by 7 groups, distinct by the feeding spectra: phytodetritophagous, zoophagous, euryphagous, zoophytophagous, detritophytophagous, phytozoophagous, and phytophagous organisms.

Calculation of information indexes after Shannon and Simpson has shown that benthic communities of the river Bolshaya Kokshaga (near the site Stary Perevoz) and of the Shusher-lake, as well as those in oxbow lakes Staraya Kokshaga, Shushersky and Shimaevsky, were balanced enough and thus persistent, whereas benthocenoses of the Berezovaya oxbow lake and of the lakes Shunduer and Kapsino revealed low stability. Values of the biotic index after Woodiwiss indicate to the second-class water quality in the river Bolshaya Kokshaga, that is, water is clean enough. In the Berezovaya oxbow lake, lakes Shunduer and Kapsino, water was heavily contaminated; in oxbow lakes Staraya Kokshaga, Shimaevsky, Shushersky, and in the lake Shusher, waters revealed moderate levels of impurity.