

УДК 574.583

ОСОБЕННОСТИ ТАКСОНОМИЧЕСКОГО СОСТАВА, СТРУКТУРЫ И КОЛИЧЕСТВЕННЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗООПЛАНКТОНА ВЕРХОВЫХ БОЛОТНЫХ ВОДОЕМОВ

Н.Г. Шевелева, В.Н. Подшивалина, Н.И. Шабурова

Изучен зоопланктон водоемов верховых болот Средней Волги и Прибайкалья. Фауна зоопланктона в них формируется из эврибионтных и предпочитающих закисленные умеренно эвтрофированные воды таксонов, распространенных в конкретных географических широтах. В ее составе выявлены редкие для других озер ветвистоусые *Bunops serricaudata* и *Daphnia cf. longispina*. Сообщества отличаются относительно высоким разнообразием и низкими показателями количественного развития. В них представлены разнотипные по питанию и передвижению формы. Выражены как типичные для заболоченных местообитаний детритные пищевые цепи, так и пастбищные. По комплексу показателей озера наиболее близки к мезотрофным олигосапробным водоемам.

Ключевые слова: Средняя Волга, Прибайкалье, водоемы верховых болот, зоопланктон, видовое разнообразие, трофический статус водоемов.

Зоопланктон – значимый компонент водных экосистем. Структура и количественное развитие сообществ планктонных беспозвоночных малых озер средней полосы России (Пидгайко, 1984; Крючкова, 1987; Андроникова, 1996; Столбунова, 2006; Коровчинский, Бойкова, 2009; Ривьер, 2012) и Забайкалья (Содовые озера, 1991; Афолина, Итигилова, 2005) изучены достаточно подробно. Малоисследованной остается фауна коловраток и ракообразных, сезонная и межгодовая динамика количественных показателей болотных водоемов (Экология зарастающего озера..., 1999; Черевичко, 2009). Имеются публикации по закисленным (Лазарева, 1992; Крылов и др., 1997) и гумифицированным (Андроникова, 1992) водоемам. Однако причины закисления и гумификации вод могут быть не связаны с процессами заболачивания. Кроме того, не все болотные водоемы обязательно характеризуются этими традиционно приписываемыми им параметрами. Будучи приуроченными к различным зонам, они относятся к интразональным сообществам. Тем не менее соотношение влияния зональных факторов и присущих всем болотным водоемам особенностей пока не установлено. В связи с этим представляется актуальным вопрос о составе и структуре сообществ верховых болотных водоемов в различных физико-географических условиях.

Цель работы – изучение особенностей и общих закономерностей видового состава фауны коловраток и ракообразных, динамики развития популяции массовых видов и общей численности зоопланктона, трофического статуса водоемов верховых болот Средней Волги и Прибайкалья.

Материал и методы

В работе использованы материалы по зоопланктону, собранные в бассейнах Волги и Байкала. Проведены количественные ежедекадные наблюдения в Предбайкалье (2002–2006 и 2008–2009 гг., Саган-Морян), отобраны качественные пробы в Забайкалье (1998–1999, 2006 гг., Кайморские болота, озера Байкальского биосферного заповедника). Проанализированы количественные пробы зоопланктона из болотных озер низменного лесного Заволжья (2005, 2007–2009, 2011 гг., Большой Юлуксьер, Малый Юлуксьер, безымянные озера) и лесостепного Предволжья (2009 г., Национальный парк Чаваш вармане).

Саган-Морян находится на восточном макросклоне Байкальского хребта, на 64 м выше Байкала. Это небольшой (табл. 1) сильно заболоченный водоем среди леса, опоясанный широким кольцом (до 15–20 м) осокового кочкарника. Вода в нем мягкая, коричневого цвета, маломинерализованная. В катионном составе значительная доля приходится на ион калия (26%), хотя преобладающим остается ион кальция (34%). Мощность донных отложений составляет 0,7 м. Максимальная температура воды в августе достигает 27°C. Озеро покрыто льдом около 7 месяцев в году (со второй половины октября до первой половины мая).

Байкальский биосферный заповедник (ББЗ) находится на юго-восточном побережье Байкала, на границе Иркутской обл. и Республики Бурятия, в центральной части хребта Хамар-Дабан. Водоемы в нем мелководные, расположены на болотах, многие из них заросли высшей водной растительностью. Вода

Т а б л и ц а 1

Общая характеристика исследованных водоемов

| Водоем | Расположение | | Площадь, тыс. м ² | Глубина макси- мальная, м | рН |
|---|--------------|--------|---------------------------------|------------------------------|-----------|
| | долгота | широта | | | |
| Саган-Морян | 108°17 | 54°06 | 11,0 | 1,7 | 8,0 |
| Озерки Байкальского биосферного заповедника | 104°50 | 51°28 | – | 1–4 | 5,56–5,75 |
| Кайморские болота | 102°214 | 51°482 | – | 2–3 | < 6,0 |
| | 102°211 | 51°493 | – | – | – |
| Оз. Малый Юлуксьер | 47°441 | 56°198 | 12,4 | 2,4 | – |
| Оз. Большой Юлуксьер | 47°443 | 56°195 | 43,2 | 2,4 | – |
| Безымянные озерки | 47°302 | 56°269 | 0,1 | 1,5 | 6,0 |
| Карьер Национального парка Чаваш вармане (по: Осмелкин, Суин, 2010) | 49°163 | 54°853 | 1,2 | 3,0 | – |

в озерах закисленная слабоминерализованная гидрокарбонатно-кальциевая, концентрация как аммонийного азота, так и общего железа достаточно высокая, что характерно для болотных вод. Озера подпитываются кислыми (рН 4,0) водами. Температура в них летом колеблется от 14 до 18°C.

Кайморские болота также находятся на юго-восточном побережье Байкала. Верховые водоемы Кайморских болот – это многочисленные небольшие озерки с коричневым цветом воды и низкими значениями рН. В некоторых из них развита высшая водная растительность. Дно во многих водоемах покрыто сфагновым мхом, детритом с примесью ила. Температура воды в период исследований (конец августа) не превышала 15°C.

Водоем, расположенный в национальном парке Чаваш вармане на территории Средней Волги, находится в междюнном понижении. Имеет округлую форму. Подходы к нему заболочены и покрыты сплавиной. Расстояние от линии воды до берега по сплаvine колеблется от 20 до 35 м. С границы сплавины и воды начинается резкое увеличение глубины до 1 м. Водоем окружен сосновым лесом. Питание осуществляется за счет атмосферных осадков. Притоки и выходы водотоков не отмечены (Осмелкин, Суин, 2010).

Озера Большой Юлуксьер и Малый Юлуксьер являются «окнами» в относительно сухом болотном массиве. Подход к ним покрыт сплавиной шириной 25–50 и 15–20 м соответственно. Водоемы расположены в массиве соснового леса, который сформировался на песчаных дюнах. Вода слегка гумифицирована.

Кроме того, изучено небольшое озерцо вблизи междюнного зарастающего оз. Большое Лебединое (Средняя Волга). Его берега заболочены, покрыты сфагновыми мхами и осоками, богаты торфянистыми отложениями. Вода гумифицирована в значительной степени.

Качественные и количественные пробы (100 л) зоопланктона (процежены через сачок) отобраны сетью Апштейна с конусом из мельничного сита с размером ячеек 70 мкм. Одновременно со взятием проб в ряде водоемов проводили промеры глубин, определяли величину рН, температуру воды (портативным измерителем «Water test» фирмы «Hanna Instruments») и прозрачность (с помощью диска Секки). Индивидуальную массу каждого организма вычисляли по степенным уравнениям, связывающим их длину с массой (Балушкина, Винберг, 1979; Ruttner-Kolisko, 1977).

Для оценки видовой разнообразия использовали информационный индекс Шеннона по численности (Андроникова, 1996). Степень сходства видовой состава фауны коловраток и ракообразных рассчитана с помощью индекса Чекановского–Сьеренсена (Песенко, 1982). На основе анализа видовой состава фауны дана характеристика трофического статуса водных объектов с использованием показателя трофии (соотношение эвтрофных и олиготрофных таксонов (Nakagaki, 1972)) и коэффициента трофии (Мяэметс, 1979). Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (Sladecsek, 1973).

Структурообразующие виды определяли как процентное отношение численности (и биомассы) вида в анализируемой выборке к численности (и биомассе) всего сообщества. Структурообразующими считали представителей с относительной численностью и биомассой не менее 5%.

Результаты и обсуждение

Таксономическая структура фауны. Исследуемые болотные озера характеризуются относительно богатой фауной планктона, представленной 130 видами (табл. 2), более половины (54,6%) из которых приходится на долю коловраток. Ветвистоусые и веслоногие менее разнообразны (31,5 и 13,8% соответственно). Наибольшим числом видов представлены коловратки родов *Lecane* (10), *Trichocerca* (7), *Euchlanis* (5), ветвистоусые родов *Ceriodaphnia* (6) и *Alona* (5) (табл. 2).

Уровень сходства (0,63), оцененный по индексу Чекановского–Сьеренсена, свидетельствует об относительной родственности зоопланктона водоемов Забайкалья и Предбайкалья. По составу ракообразных и коловраток они в значительной степени отличаются от озер Средней Волги (индекс сходства составил 0,33–0,34). Это может свидетельствовать о ведущей роли географического фактора и меньшем значении абиотических характеристик среды в формировании фауны подобных водных объектов. Как известно, верховые болота являются интразональными сообществами. Это дает некоторые основания ожидать большего сходства фаун из разных географических зон.

Экологическая характеристика фауны. В фауне по разнообразию доминируют бентосные и фитофильные формы, как среди ракообразных, так и коловраток. Это связано с мелководностью болотных водоемов и наличием в них высшей водной растительности.

Немногим более 40% таксонов, отмеченных в наших сборах, по мнению многих авторов (Рылов, 1948; Мануйлова, 1958, 1964; Кутикова, 1970; Дубовская и др., 2010; Определитель..., 2010), обитают в болотных озерах или предпочитают воды с разным уровнем закисления. Преобладают виды, преимущественно обитающие в нейтрально-щелочных (рН 6,8–8,0) и олигоацидных (рН 5,6–6,7) водоемах. Представители мезоацидных (рН 4,0–5,5) вод (*Holopedium gibberum*, *Scapholeberis mucronata*, *Eurycercus lamellatus*, *Daphnia cristata*, *Polyphemus pediculus*) (Абакумов и др., 1986; Свирская, 1991) и индикаторы низких значений рН (*Scapholeberis microcephala*, *Simocephalus*

serrulatus, *Acantholeberis curvirostris*, *Macrothrix rosea*, *Streblocerus serricaudis*, *Paracyclops fimbriatus*) (Андроникова, 1992) составляют 8,5% видового богатства. Также нами отмечены индикаторы верховых сфагновых болот: *A. curvirostris*, *S. serricaudis*, *P. pediculus*, *Ceriodaphnia quadrangula*, *Lecane luna*, *L. intrasinuata*, *L. ligona*, *L. closterocerca*, *Keratella paludosa* (Кутикова, 1970; Черевичко, 2009). Несмотря на то что исследованные зоопланктоценозы развивались в разной степени гумифицированных водах, в их фауне не выявлены индикаторы полигумозных водоемов (Андроникова, 1992). Таким образом, закисление и гумификация, наблюдаемые в обследованных нами озерах, оказывают незначительное влияние на состав и количественное развитие гидробионтов.

Соотношение видов-индикаторов трофического типа озер в составе фауны (показатель трофии и коэффициент трофии (табл. 3)) свидетельствует о мезо-эвтрофных условиях в водоемах. Причем трофический статус водных объектов Средней Волги несколько выше. Индекс сапробности (табл. 3) отражает принадлежность вод всех групп озер к олигосапробной зоне.

Индекс Шеннона (табл. 3) свидетельствует об относительно высоком разнообразии и выравненности сообществ зоопланктона, что соответствует мезотрофным водоемам (Андроникова, 1996).

Способ передвижения планктонных беспозвоночных является отражением поведения, связанного с процессами добывания пищи. Поэтому преобладание животных с тем или иным способом локомоции является косвенным показателем обилия кормовых объектов в толще воды или у поверхности дна. Среди выявленных представителей фауны доминируют сочетающие плавание и ползание (58,5%). Типичные планктонные парящие формы составляют треть всего списка.

По способу захвата пищи из числа коловраток преобладают вертикаторы (27,7% всей выявленной фауны беспозвоночных) и преимущественно хищные формы, способные схватить добычу высывающимся ротовым аппаратом (14,6%). Ветвистоусые первичные и вторичные фильтраторы представлены практически одинаково (13,9 и 13,1% соответственно). Если предположить, что первичная фильтрация у ветвистоусых и вертикация у коловраток по сути сходны, то доля форм, улавливающих взвешенные частицы из толщи воды, составляет более 40%. Ракообразные-собиратели, «пасущиеся» на субстрате, составляют около 7% богатства фауны.

Т а б л и ц а 2

Список таксонов фауны болотных водоемов

| Таксоны | Распространение* | Предбайкалье | Забайкалье | Средняя Волга |
|---|------------------|--------------|------------|---------------|
| Тип ROTIFERA | | | | |
| Класс Archiorotatoria (Markevich, 1990) | | | | |
| Отряд Vdelloida Hudson, 1884 | | | | |
| Семейство Philodinidae Ehrenberg, 1838 | | | | |
| <i>Rotaria neptunia</i> (Ehrenberg, 1832) | К | + | - | - |
| <i>R. rotatoria</i> (Pallas, 1766) | К | - | - | + |
| <i>Philodina</i> sp. | | + | - | + |
| <i>Dissotrocha aculeata</i> (Ehrenberg, 1832) | Г | - | + | - |
| Класс Hemirotopatoria (Markevich, 1990) | | | | |
| Отряд Paedotrochida Markevich, 1990 | | | | |
| Семейство Collotheceidae Haring, 1913 | | | | |
| <i>Collothea mutabilis</i> (Hudson, 1885) | Г | + | - | - |
| Класс Eurotopatoria (Markevich, 1990) | | | | |
| Надотряд Gnesiotrocha (Markevich, 1990) | | | | |
| Отряд Protopamida Markevich, 1990 | | | | |
| Семейство Conochilidae Remane, 1933 | | | | |
| <i>Conochilus hippocrepis</i> (Schrank, 1803) | К | + | + | - |
| <i>C. unicornis</i> Rousset, 1892 | Г | + | + | + |
| <i>Conochiloides natans</i> (Seligo, 1900) | Г | + | - | - |
| Семейство Testudinellidae Bartos, 1959 | | | | |
| <i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783) | К | + | - | + |
| <i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851 | Г | - | - | + |
| Семейство Filiniidae Haring et Myers, 1926 | | | | |
| <i>Filinia longiseta</i> (Ehrenberg, 1834) | К | + | + | + |
| Надотряд Pseudotrocha (Markevich, 1990) | | | | |
| Отряд Transversiramida Markevich, 1990 | | | | |
| Семейство Lecanidae Remane, 1933 | | | | |
| <i>Lecane bulla</i> (Gosse, 1851) | К | + | + | - |
| <i>L. clostocerca</i> (Schmarda, 1859) | К | + | + | - |
| <i>L. cornuta</i> (O.F. Müller, 1786) | К | - | - | + |
| <i>L. depressa</i> Wiszniewski, 1932 | П | + | - | - |
| <i>L. intrasinuata</i> (Olofsson, 1917) | К | + | - | - |
| <i>L. luna</i> (O.F. Müller, 1776) | К | + | + | + |
| <i>L. lunaris</i> (Ehrenberg, 1832) | К | + | + | + |
| <i>L. ligona</i> (Dunlop, 1901) | Г | - | + | - |
| <i>L. mira</i> (Murray, 1913) | Г | - | + | - |
| <i>L. stichaea</i> Haring, 1913 | К | - | + | - |
| Семейство Eriphaniidae Haring, 1913 | | | | |
| <i>Rhinoglena fertoensis</i> (Varga, 1929) | | + | - | - |

Продолжение табл.2

| Таксоны | Распространение* | Предбайкалье | Забайкалье | Средняя Волга |
|--|------------------|--------------|------------|---------------|
| Семейство Euchlanidae Ehrenberg, 1838 | | | | |
| <i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832 | К | + | + | - |
| <i>E. incisa</i> Carlin, 1939 | К | + | + | - |
| <i>E. lyra</i> Hudson, 1886 | П | - | - | + |
| <i>E. meneta</i> Myers, 1930 | Г, П | - | + | - |
| <i>E. triquetra</i> Ehrenberg, 1838 | П | + | - | - |
| <i>Dipleuchlanis propatula</i> (Gosse, 1886) | Г | - | - | + |
| Семейство Brachionidae Ehrenberg, 1838 | | | | |
| <i>B. q. quadridentatus</i> Hermann, 1783 | К | + | + | - |
| <i>B. diversicornis</i> (Daday, 1883) | П | + | + | + |
| <i>B. calyciflorus</i> Pallas, 1766 | К | - | + | + |
| <i>B. angularis</i> Gosse, 1851 | К | - | + | + |
| <i>Platyias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1832) | К | + | - | - |
| <i>P. polyacanthus</i> (Ehrenberg, 1834) | П | + | - | - |
| <i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851) | К | + | + | + |
| <i>K. cochlearis tecta</i> (Gosse, 1851) | К | + | + | - |
| <i>K. quadrata</i> (O.F. Müller, 1786) | К | + | - | + |
| <i>K. paludosa</i> (Lucks, 1912) | Г | - | - | + |
| <i>Kellicottia longispina</i> (Kellicott, 1879) | Г | + | - | + |
| Семейство Trichotriidae Haring, 1913 | | | | |
| <i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889) | П | - | - | + |
| <i>T. similis</i> (Stenroos, 1898) | П | + | - | - |
| Семейство Mytilinidae Haring, 1913 | | | | |
| <i>Mytilina crassipes</i> (Lucks, 1912) | Г | + | - | - |
| <i>M. mucronata</i> (O.F. Müller, 1773) | Г | - | + | - |
| Семейство Lepadellidae Haring, 1913 | | | | |
| <i>Colurella obtusa</i> (Gosse, 1886) | К | + | + | - |
| <i>C. uncinata</i> (O.F. Müller, 1773) | П | - | - | + |
| <i>Lepadella ovalis</i> (O.F. Müller, 1886) | К | - | - | + |
| <i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832) | К | + | + | - |
| Семейство Notommatidae Hudson and Gosse, 1886 | | | | |
| <i>Notommata copeus</i> Ehrenberg, 1838 | К | + | + | - |
| <i>N. pachyura</i> (Gosse, 1886) | К | + | - | - |
| <i>N. cerberus</i> (Gosse, 1886) | Г | - | + | - |
| <i>Monommata actices</i> Myers, 1930 | Г | + | - | - |
| <i>M. longiseta</i> (O.F. Müller, 1786) | К | - | - | + |
| Семейство Trichocercidae Haring, 1913 | | | | |
| <i>Trichocerca cylindrica</i> (Imhof, 1891) | Г | - | + | - |
| <i>T. longiseta</i> (Schrank, 1802) | Г | + | + | - |

Продолжение табл.2

| Таксоны | Распространение* | Предбайкалье | Забайкалье | Средняя Волга |
|--|------------------|--------------|------------|---------------|
| <i>T. bidens</i> (Lucks, 1912) | Г | – | + | – |
| <i>T. porcellus</i> (Gosse, 1886) | Г | – | + | – |
| <i>T. myersi</i> (Hauer, 1931) | Г | – | + | – |
| <i>T. bicristata</i> (Gosse, 1887) | Г | – | + | – |
| <i>T. capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893) | Г | – | + | – |
| Семейство Gastropodidae Harring, 1913 | | | | |
| <i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850 | Г, О | – | + | – |
| <i>Gastropus stylifer</i> Imhof, 1891 | Г, Е | + | + | – |
| Семейство Synchaetidae Hudson and Gosse, 1886 | | | | |
| <i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925 | П | + | + | + |
| <i>P. vulgaris</i> Carlin, 1943 | Г | – | – | + |
| <i>P. remata</i> Skorikov, 1896 | Г | – | + | – |
| <i>Synchaeta grandis</i> Zacharias, 1893 | П | + | + | – |
| <i>S. pectinata</i> Ehrenberg, 1832 | К | + | + | – |
| <i>S. stylata</i> Wierzejski, 1893 | П | + | + | – |
| <i>Ploesoma truncatum</i> (Levander, 1894) | Г | + | + | – |
| <i>P. triacanthum</i> (Bergendal, 1892) | Г | – | – | + |
| Семейство Asplanchnidae Eckstein, 1883 | | | | |
| <i>Asplanchna girodi</i> Guerne, 1888 | Г | + | + | – |
| <i>A. priodonta</i> Gosse, 1850 | К | + | + | + |
| <i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854) | К | + | + | – |
| Тип ARTHROPODA | | | | |
| Класс Branchiopoda Latreille, 1816 | | | | |
| Надотряд Cladocera | | | | |
| Отряд Stenopoda Sars, 1865 | | | | |
| Семейство Sididae Baird, 1850 | | | | |
| <i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848) | П | – | + | + |
| Семейство Holopediidae Sars, 1865 | | | | |
| <i>Holopedium gibberum</i> Zaddach, 1848 | Г | – | + | + |
| Отряд Anomopoda Sars, 1865 | | | | |
| Семейство Daphniidae Straus, 1820 | | | | |
| <i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776) | П | + | + | + |
| <i>S. microcephala</i> Sars, 1890 | П | – | – | + |
| <i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841) | К | + | + | + |
| <i>S. vetulus</i> (O.F. Müller, 1776) | П | + | + | – |
| <i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862 | П | – | + | – |
| <i>C. quadrangula</i> (O.F. Müller, 1785) | Г | + | + | + |
| <i>C. reticulata</i> (Jurine, 1820) | П | – | + | – |

Продолжение табл.2

| Таксоны | Распространение* | Предбайкалье | Забайкалье | Средняя Волга |
|--|------------------|--------------|------------|---------------|
| <i>C. laticaudata</i> P.E. Müller, 1867 | П | – | – | + |
| <i>C. setosa</i> Matile, 1890 | П | – | – | + |
| <i>Ceriodaphnia</i> sp. | | – | + | – |
| <i>Daphnia cristata</i> Sars, 1862 | П | – | – | + |
| <i>D. galeata</i> Sars, 1863 | Г | + | + | – |
| <i>D. cf. longispina</i> Müller, 1785 | П | + | + | – |
| <i>D. cucullata</i> Sars, 1862 | П | – | – | + |
| Семейство Acantholeberidae Smirnov, 1976 | | | | |
| <i>Acantholeberis curvirostris</i> (O.F. Müller, 1776) | Г | + | + | – |
| Семейство Macrothricidae Normann et Brady, 1867 | | | | |
| <i>Macrothrix rosea</i> (Lievin, 1848) | П | + | – | – |
| <i>Streblocerus serricaudis</i> (Fischer, 1849) | Г | + | + | – |
| <i>Bunops serricaudata</i> (Daday, 1888) | П | + | – | – |
| Семейство Ilyocryptidae Smirnov, 1992 | | | | |
| <i>Ilyocryptus agilis</i> Kurz, 1878 | Г, Е | + | + | – |
| Семейство Euryercidae Kurz, 1875 | | | | |
| <i>Euryercus lamellatus</i> (O.F. Müller, 1776) | П | + | + | – |
| Семейство Chydoridae Dybowski et Grochowski, 1894 | | | | |
| <i>Pleuroxus truncatus</i> (O.F. Müller, 1785) | Г | – | + | – |
| <i>Picripleuroxus laevis</i> (Sars, 1862) | П | – | + | – |
| <i>Alonella exigua</i> (Lilljeborg, 1853) | Г | – | – | – |
| <i>A. nana</i> (Baird, 1850) | Г | – | + | + |
| <i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785) | К | + | + | + |
| <i>Alona affinis</i> (Leydig, 1860) | К | + | + | – |
| <i>A. costata</i> Sars, 1862 | К | + | + | – |
| <i>A. guttata guttata</i> Sars, 1862 | К | + | + | – |
| <i>A. quadrangularis</i> (O.F. Müller, 1785) | К | + | + | – |
| <i>A. intermedia</i> Sars, 1862 | Г | – | + | – |
| <i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862 | К | + | + | – |
| <i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834) | К | – | + | – |
| <i>A. angustatus</i> Sars, 1863 | Г | + | – | – |
| <i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851) | К | – | + | – |
| <i>Kurzia latissima</i> (Kurz, 1875) | П | + | + | – |
| <i>Leydigia leydigi</i> (Schoedler, 1863) | Г | – | – | + |
| Семейство Bosminidae Sars, 1865 | | | | |
| <i>Bosmina (B.) longirostris</i> (O.F. Müller, 1785) | К | + | + | + |
| <i>B. cf. coregoni</i> Baird, 1857 | П | – | – | + |
| <i>B. cf. longispina</i> Leydig, 1860 | П | – | – | + |

Окончание табл.2

| Таксоны | Распространение* | Предбайкалье | Забайкалье | Средняя Волга |
|--|------------------|--------------|------------|---------------|
| Отряд Onychopoda Sars, 1865 | | | | |
| Семейство Polyphemidae Baird, 1845 | | | | |
| <i>Polyphemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761) | Г | – | + | + |
| Класс Maxillopoda Edwards, 1840 | | | | |
| Подкласс Copepoda Edwards, 1840 | | | | |
| Надотряд Gymnoplea Giesbrecht, 1834 | | | | |
| Отряд Calanoida Sars, 1903 | | | | |
| Семейство Diaptomidae Sars, 1903 | | | | |
| <i>Eudiaptomus graciloides</i> (Lilljeborg, 1888) | Г | + | + | + |
| <i>E. gracilis</i> (Sars, 1862) | П | – | – | + |
| <i>Acanthodiaptomus denticornis</i> (Wierzejski, 1887) | П | + | + | – |
| <i>Neurodiaptomus incongruens</i> (Poppe, 1888) | П | + | – | – |
| Семейство Temoridae Giesbrecht, 1893 | | | | |
| <i>Heterosope appendiculata</i> Sars, 1863 | П | + | – | + |
| Надотряд Podoplea Burmeister, 1834 | | | | |
| Отряд Cyclopoida Burmeister, 1834 | | | | |
| Семейство Cyclopidae Dana, 1846 | | | | |
| <i>Macrocyclops albidus</i> (Jurine, 1820) | П | + | + | – |
| <i>Eucyclops denticulatus</i> (Graeter, 1903) | Г | – | – | + |
| <i>E. serrulatus</i> (Fischer, 1851) | К | + | + | – |
| <i>E. arcanus</i> Alekseev, 1990 | П | + | – | – |
| <i>Cyclops vicinus</i> Uljanin, 1875 | П | – | + | – |
| <i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820) | К | + | + | + |
| <i>Acanthocyclops vernalis</i> (Fischer, 1853) | П | – | + | – |
| <i>Diacyclops bicuspidatus</i> (Claus, 1857) | П | – | + | – |
| <i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853) | К | + | + | + |
| <i>T. oithonoides</i> (Sars, 1863) | П | – | – | + |
| <i>Metacyclops gracilis</i> (Lilljeborg, 1853) | Г | – | + | – |
| <i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857) | П | + | + | + |
| <i>Cryptocyclops bicolor</i> (Sars, 1863) | П | + | – | + |
| Итого видов | | 73 | 87 | 52 |

*К – космополитное, Г – голарктическое, П – палеарктическое. Определение до вида в группе коловраток по: Кутикова, 1970, ракообразных – по: Определитель..., 1995; 2010.

На основе анализа функциональных комплексов (Смирнов, 1971), обеспечивающих захват пищи и передвижение, предложена объединенная экологическая классификация организмов, которая комбинирует трофические и топические характеристики и в связи с этим позволяет характеризовать биологические процессы, происходящие в водоеме (Чуйков, 1981).

В целом, среди выявленных видов представлен весь спектр способов захвата пищи и передвижения. Наиболее разнообразна группа плавающе-ползающих вертикаторов.

Перечисленные особенности передвижения и питания представителей фауны планктона водоемов исследованных верховых болот могут свиде-

тельствовать о выраженности как пастбищных, так и детритных пищевых цепей. Ранее (Черевичко, 2009) указывалось на явное доминирование прохождения потока веществ с помощью зоопланктона через детритные цепи в экосистемах болотных водоемов.

Особенности биологии отдельных видов. Особо необходимо отметить в составе зоопланктона редких для водоемов Восточной Сибири видов (*Bunops serricaudata* и *Daphnia cf. longispina*), а также, по всей вероятности, нового (*Ceriodaphnia* sp.) вида. Об этом можно судить по спискам ракообразных юга и севера Красноярского края (Шевелева, 1993; Дубовская и др., 2010), Читинской обл. (Афоница, Итигилова, 2007) и полного списка ракообразных водоемов южной части Восточной Сибири (Васильева, 1967; Шевелева и др., 2009; Шевелева, 2009). Два вида (*B. serricaudata* и *Ceriodaphnia* sp.) найдены в озерах Койморских болот (Забайкалье).

B. serricaudata был обнаружен в конце августа в небольшом слабо заросшем озере (51°48'192'' и 102°21'351'') при температуре воды 15°C. В пробе присутствовали три самки с яйцами в выводковой камере.

Другой вид (*Ceriodaphnia* sp.) также был обнаружен в одном из озерков Койморских болот

(51°49'303'' и 102°21'082''). Характерная особенность этого вида – наличие на створках раковинки четырех пар выростов. Размер самки составляет 0,6–0,7 мм, постабдомен вооружен зубцами (6–7 зубцов). Наличие выростов на створках раковин ветвистоусых отмечено еще у одного вида из рода *Simocephalus* (сем. Daphniidae, куда входит и найденный нами вид). Японскими авторами (Seki, Ohtaka, Tanaka, 2008) из озер северной Японии указывается *Ceriodaphnia quadrangula*, которая имеет две пары и более выростов на раковине. Наличие выростов на створках раковин у ветвистоусых из подсемейства Chydorinae выявлено у *Disparalona ikarus* (Котов, Синев, 2011), *Pleuroxus pamirensis* и *P. annandalei* (Kotov, Sheveleva, 2008).

Развитие популяции *Ceriodaphnia* sp. начинается в конце мая. Взрослые особи отмечались до конца августа – середины сентября.

Интересная особенность видового состава зоопланктона в болотном озере Саган-Морян (Предбайкалье) – обитание в нем *D. cf. longispina*. В озере этот вид является одним из массовых среди ракообразных, занимая лидирующее положение по численности, а особенно по биомассе среди ветвистоусых. Он входил в состав доминирующего комплекса зоопланктона во все годы исследований. После вскрытия озера в пер-

Т а б л и ц а 3

Показатели структуры, продуктивности, сапробности и разнообразия зоопланктона

| Показатель* | Средняя Волга | Предбайкалье | Забайкалье |
|--|-----------------------|--------------|------------|
| <i>Rot:Cl:Cop</i> (B, %) | 23:37:40 | 8:24:68 | 3:91:6 |
| <i>N</i> , тыс. экз./м ³ | 203,7±96,5 | 128,5±59,9 | 65,45±8,73 |
| | 4,7–870,4 | 4,74–796,3 | 53,1–77,8 |
| <i>B</i> , г/м ³ | 0,8±0,5 | 0,9±0,3 | 2,43±0,39 |
| | 0,05–5,0 | 0,273–2,3 | 1,87–2,98 |
| <i>Sn</i> | 1,45±0,07 | 1,43±0,05 | 1,50 |
| | 0,87–1,70 | 1,36–1,5 | |
| <i>H_N</i> , бит | 2,65±0,21 | 2,04±0,35 | 1,87±0,11 |
| <i>W</i> , мг·10 ⁻³ | 4,60±1,09 | 3,1±0,4 | 3,8±1,3 |
| Показатель трофии (E/O) | 1,83 | 1,50 | 1,14 |
| Коэффициент трофии (E) | 1,68 | 1,4 | 1,5 |
| Преобладающие группы по способу добывания пищи (по биомассе) | первичные фильтраторы | | |

**Rot:Cl:Cop* (% B) – процентное соотношение от общей биомассы групп зоопланктона (колесоватки:ветвистоусые:веслоногие); *Sn* – сапробность; *H_N* – информационный индекс видового разнообразия (по численности); *W* – средняя индивидуальная масса зоопланктона в сообществе.

вой половине мая вода в нем быстро прогревается, и уже в конце второй декады июня температура составляет 17°C. Из перезимовавших эфиппиев в планктоне появляется молодь дафний, численность которых в этот период достигает максимальных значений (63,4 тыс. экз./м³). С начала июля в толще воды появляются самцы, которые пребывают в планктоне все лето (рис. 1). Максимальная численность самцов приходится на первую декаду июля, но к концу месяца количество их уменьшается, второй пик численности отмечен в конце августа (рис. 1). Взрослые особи дафний регистрируются только в конце первой декады июля, составляя максимум численности спустя двадцать дней после пика численности молоди. Второй, более низкий, подъем численности самок в конце августа обусловлен появлением эфиппийальных самок.

В 2009 г. развитие популяции *D. cf. longispina* началось с наступлением июня. Возможно, озеро вскрылось уже в конце мая, так как в первых числах июня вода уже прогрелась до 24°C. В планктоне присутствовали самки, самцы и молодь. Последние преобладали по численности. Самцы, как и в 2002 г., пребывали весь период наблюдений (рис. 1). Со второй декады августа при охлаждении воды плотность дафний резко сократилась, в начале сентября численность молоди едва достигала 40 экз./м³.

Итак, популяция *D. cf. longispina* в болотном озере Саган-Морян в период открытой воды имеет два периода гамогенетического размножения, т.е. представляет дициклическую форму. После освобождения озера ото льда из отложенных осенью яиц в планктоне появляется молодь, а также самцы. Оптимальная температура для развития популяции 17–24°C. В первой декаде июля лидируют по численности партеногенетические самки, в планктоне присутствуют также

самцы и эфиппийальные самки. Дициклическая форма развития у дафний, по мнению авторов, связана с лимитированием пищи (Мануйлова, 1958; Лазарева, 2010). У ветвистоусых, обитающих в прудах и временных водоемах, бывает большее число периодов двуполого размножения (Мануйлова, 1958; 1964).

Количественное развитие. Зоопланктоценозы характеризуются относительно невысокими показателями численности и биомассы (табл. 3). Их уровень соответствует таковому в мезотрофных водоемах (Андроникова, 1996). Основу биомассы составляют ветвистоусые и веслоногие (табл. 3), что характерно для вод с низким содержанием органического вещества. Доминируют первичные фильтраторы, добывающие пищу в толще воды.

Динамика численности зоопланктона изучена на примере водоема Саган-Морян. Межсезонная динамика зоопланктона характеризуется двумя пиками численности. Первый пик приходится в основном на конец мая – начало июня. В это время в массе развивается весенний комплекс коловраток (виды родов *Conochilus* и *Conochiloides*). Как правило, в данный период численность зоопланктона бывает максимальной. С середины июня до первой декады июля начинается развитие и увеличение численности ветвистоусых. Они занимают второе место по обилию (от 5 до 60% от общей численности) в сообществе зоопланктона. В этот же период биомасса достигает своего максимума благодаря обилию ракообразных. Далее, с середины июля до начала августа количественные показатели имеют свои наименьшие значения. В этот период идет интенсивное выедание зарослевого планктона олигохетами, хаоборусом и личинками насекомых, в массе развивающимися в середине июля. Численность веслоногих, как и их

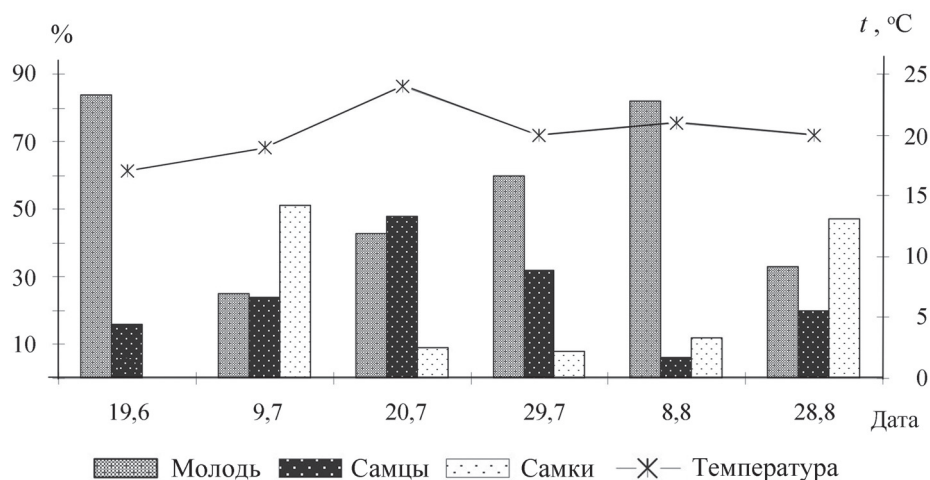


Рис. 1. Динамика структуры популяции *D. cf. longispina* в оз. Саган-Морян в 2002 г.

разнообразии, была незначительна (6–38%) при максимуме 20,9 тыс. экз./м³.

Межгодовые исследования показали, что численность (рис. 2) зависит в основном от наличия в зоопланктоне коловраток весеннего комплекса. Так, наибольшие значения плотности зоопланктона отмечены в 2003–2004, 2008–2009 гг., когда взятие проб совпало по срокам с весенним сезоном – временем массового развития холодолюбивых видов коловраток (*Keratella cochlearis*, *Conochilus unicornis*, *Conochiloides natans*).

Наименьшие количественные показатели получены в 2002, 2005 и 2006 гг., когда исследования охватывали лишь летний и осенний сезоны. В целом количественные показатели зоопланктона были низкими при наличии всех таксономических групп. Всплеск обилия коловраток носит кратковременный характер, их вклад в общую численность зоопланктона заметен только в весенний период.

Основными экологическими факторами, определяющими состав, структуру и функционирование зоопланктонного сообщества в оз. Саган-Морян, являются зарастаемость его акватории высшей водной растительностью (что повышает разнообразие фитофильных, бентосных коловраток и ветвистоусых) и особенности гидрологического режима (паводковый период).

Внутриводоемные процессы в Саган-Моряне выражены слабо. Озеро имеет маленькую глубину и небольшую площадь, находится в окружении леса, поэтому его воды не подвержены ветровому перемешиванию. После вскрытия ото льда вода бы-

стро прогревается, весенний период очень кратковременный (начало – середина мая – первая декада июня, в зависимости от сроков вскрытия). В конце мая температура воды уже достигает 12°C. Весенний пик развития зоопланктона обусловлен началом поступления в озеро паводковых вод с повышенным содержанием органического вещества, что положительно влияет на массовое развитие коловраток. Эффект паводка в исследуемом озере сравним с реакцией литорального сообщества зоопланктона на дополнительное поступление биогенной и органической нагрузки с атмосферными осадками. В связи с этим повышается численность, биомасса зоопланктона, обилие и доля коловраток в общей численности, доля индикаторов эвтрофных вод (Крылов, 2007). По всей видимости, в озере отмечается слабое развитие фито-, бактериопланктона, что подтверждается наличием самцов дафнии в течение всего периода открытой воды.

Таким образом, установлено, что фауна планктона водоемов верховых болот формируется из эврибионтных и предпочитающих закисленные умеренно эвтрофированные воды таксонов, распространенных в конкретных географических широтах. В ее составе выявлены редкие для других озер ветвистоусые *B. serricaudata* и *D. cf. longispina* и, вероятно, новый для науки вид *Ceriodaphnia* sp. Отмечены изменения в цикле развития (дицикличность) дафнии, обусловленные, возможно, недостатком пищи.

Сообщества зоопланктона отличаются относительно высоким разнообразием и низкими показате-

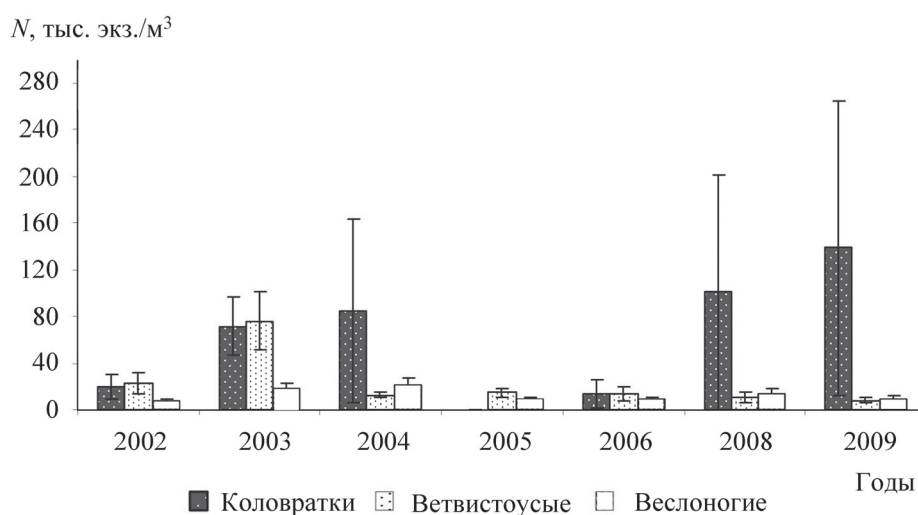


Рис. 2. Многолетняя (среднесезонная) динамика численности (N) таксономических групп зоопланктона в оз. Саган-Морян в 2002–2006, 2008–2009 гг. (июнь–август).

лями количественного развития. В них представлены разнотипные по питанию и передвижению формы. Выражены как типичные для заболоченных местообитаний детритные пищевые цепи, так и пастбищные. По комплексу показателей озера наиболее близки к мезотрофным олигосапробным водоемам. Особенности структуры и динамики количественного развития

зоопланктона определяются наличием разнообразной высшей водной растительности в водоеме и характеристиками водосбора.

Авторы выражают благодарность Е.В. Осмелкину, С.В. Пыжьянову за помощь в сборе материалов и М.В. Суину за предоставление данных по морфометрии озер.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Абакумов В.А., Казаков Ю.Е., Свирская Н.Л.* Гидробиологические последствия антропогенного закисления озер // Комплексный глобальный мониторинг состояния биосферы. Тр. Междунар. симпоз. Л., 1986. С. 221–225.
- Андроникова И.Н.* Основные итоги исследований ветвистоусых ракообразных гумифицированных водоемов // Современные проблемы изучения ветвистоусых ракообразных. СПб., 1992. С. 81–98.
- Андроникова И.Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб., 1996. 189 с.
- Афонина Е.Ю., Итигилова М.Ц.* Зоопланктон // Водоем-охладитель Харанорской ГРЭС и его жизнь. Новосибирск, 2005. С. 82–104.
- Афонина Е.Ю., Итигилова М.Ц.* Разнообразие фауны кладоцера водных экосистем Читинской области // Ветвистоусые ракообразные: систематика и биология. Борок, 2007. С. 199–204.
- Балушкина Е.В., Винберг Г.Г.* Зависимость между длиной и массой тела планктонных ракообразных // Экспериментальные и полевые исследования биологических основ продуктивности озер. Л., 1979. С. 58–72.
- Васильева Г.Л.* Планктонные ракообразные водоемов южной части Восточной Сибири // Известие БГНИИ при ИГУ. 1967. Т. XX. С. 130–142.
- Дубовская О.П., Котов А.А., Коровчинский Н.М., Смирнов Н.Н., Синева А.Ю.* Зоопланктон отрогов плато Путорана и прилегающих территорий (Север Красноярского края) // Сибирский экологический журнал. 2010. № 4. С. 571–608.
- Коровчинский Н.М., Бойкова О.С.* Пелагический рачковый зоопланктон озера Глубокое в 1999–2008 гг. и некоторые итоги его многолетних наблюдений // Гидробиологическая станция на Глубоком озере: труды. Т. 10. М., 2009. С. 39–50.
- Котов А.А., Синева А.Ю.* Cladocera (Crustacea, Branchiopoda) бассейна реки Зеи (Амурская область, Российская Федерация). 2. Описание новых таксонов // Зоол. журн. 2011. Т. 90. № 3. С. 1–13.
- Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochidae, Paedotrochidae). Л., 1970. 744 с.
- Крылов А.В.* К вопросу о возможных причинах межгодовых изменений зоопланктона при кратковременных исследованиях // Экология водных беспозвоночных. Нижний Новгород, 2007. С. 127–142.
- Крылов П.И., Полякова Е.А., Галимов Я.Р.* Зоопланктон кислотного озера: стратегии выживания в условиях дефицита пищи // Реакция озерных экосистем на изменение биотических и абиотических условий. СПб., 1997. С. 87–106.
- Крючкова Н.М.* Структура сообщества зоопланктона в водоемах разного типа // Продукционно-гидробиологические исследования водных экосистем. Л., 1987. С. 184–198.
- Лазарева В.И.* Особенности экологии ветвистоусых ракообразных в кислотных озерах юга Вологодской области // Современные проблемы изучения ветвистоусых ракообразных. СПб., 1992. С. 100–114.
- Лазарева В.И.* Структура и динамика зоопланктона Рыбинского водохранилища. М., 2010. 183 с.
- Мануйлова Е.Ф.* К вопросу о значении численности бактерий в развитии ветвистоусых рачков в естественных условиях // Докл. АН СССР. 1958. 120. 5. С. 1129–1132.
- Мануйлова Е.Ф.* Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. М.;Л., 1964. 327 с.
- Мяэметс А.Х.* Качественный состав пелагического зоопланктона как показатель трофности озера // Тез. докл. 20-й науч. конф. по изучению водоемов Прибалтики и Белоруссии. Рига, 1979. С. 12–15.
- Осмелкин Е.В., Суин М.В.* Морфометрические показатели и состояние ряда озер юго-востока Чувашской Республики // Науч. тр. национального парка Чаваш Вармане. Т. 3. Чебоксары, 2010. С. 13–19.
- Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. СПб., 1995. 627 с.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон / Под ред. В.Р. Алексеева М.;СПб., 2010. 494 с.
- Песенко Ю.А.* Принципы и методы количественного анализа в фаунистических исследованиях. М., 1982. 288 с.
- Пидгайко М.Л.* Зоопланктон водоемов европейской части СССР. М., 1984. 208 с.
- Ривьер И.К.* Холодноводный зоопланктон озер бассейна Верхней Волги. Ижевск, 2012. 380 с.
- Рылов В.М.* Фауна СССР. Ракообразные. Cyclopoidea пресных вод. М.;Л., 1948. Т. III. Вып. 3. 318 с.
- Свирская Н.Л.* Модификации зоопланктонных сообществ в условиях антропогенного закисления // Экологические модификации. М., 1991. С. 137–143.
- Смирнов Н.Н.* Chydoridae фауны мира. Л., 1971. 531 с.
- Содовые озера Забайкалья. Экология и продуктивность. Новосибирск, 1991. 215 с.
- Столбунова В.Н.* Зоопланктон озера Плещеево. М., 2006. 152 с.
- Черевичко А.В.* Зоопланктон водоемов и водотоков Полистово-Ловатской болотной системы. Автореф. ... канд. биол. наук. Борок, 2009. 24 с.
- Чуйков Ю.С.* Методы экологического анализа состава и структуры сообществ водных животных. Экологическая

- классификация беспозвоночных, встречающихся в планктоне пресных вод // Экология. 1981. № 3. С. 71–77.
- Шевелева Н.Г. Зоопланктон / Продукционно-гидробиологические исследования Енисея. Новосибирск, 1993. С. 84–136.
- Шевелева Н.Г. Ракообразные (Stenopoda, Anomopoda, Harporoda, Onychopoda) малых водоемов Прибайкалья. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Водоёмы и водотоки юга Восточной Сибири и Монголии. Т. 2. Книга 1. Новосибирск, 2009. С. 80–90.
- Шевелева Н.Г., Аров И.В., Шабурова Н.И., Евстигнеева Т.Д., Итигилова М.Ц. Биоразнообразие коловраток (Rotifera) и низших ракообразных (Cladocera, Calanoida, Cyclopoidea, Naupacticoidea) горных озёр юга Восточной Сибири // Биота водоемов Байкальской рифтовой зоны. Иркутск, 2009. С. 83–94.
- Экология зарастающего озера и проблемы его восстановления. СПб., 1999. 222 с.
- Hakkari L. Zooplankton species as indicators of environment // Aqua fennica. Helsinki, 1972. P. 46–54.
- Kotov A.A., Sheveleva N.G. Separation of *Pleuroxus pamirensis* (Werestschagin, 1923) from *P. annandalei* (Daday, 1908) (Cladocera: Chydoridae) // Zootaxa. 2008. 1775. P. 25–38.
- Ruttner-Kolisko A. Suggestions for biomass calculation of plankton rotifers // Arch. Hydrobiol. Beih. Ergebn. Limnol. Stuttgart. 1977. Hf. 8. P. 711–76.
- Seki K., Ohtaka A., Tanaka S. Cladocera fauna (Crustacea, Cladocera) in the byobu-san Lakes, Aomori Prefecture, Northern Japan // Jap. J. Limnology. 2008. N 69. P. 121–131.
- Sladeczek V. System of water quality from biological point of view // Ergebnisse der Limnologie. Stuttgart, 1973. P. 1–218.

Поступила в редакцию 08.07.13

FEATURES OF THE ZOOPLANKTON TAXONOMY COMPOSITION, STRUCTURE AND ABUNDANCE IN BOG LAKES

N.G. Sheveleva, V.N. Podshivalina, N.I. Shaburova

The bog lakes zooplankton communities in the Middle Volga and the Baikal regions were studied. The zooplankton fauna in these areas is formed by eurybiontic taxons and taxons preferring acidic mesotrophic waters, which are widespread in certain latitudes. The cladoceran species *Bunops sericaudata* and *Daphnia* cf. *longispina* which are rare in other lakes were found here. The zooplankton communities are characterized by relatively high diversity and low abundance. There are forms using different types of feeding and movement manner. Both typical for bog places detrital and grazing food chains are available. Due to several indices the studied lakes can be considered similar to mesotrophic oligosaprobic reservoirs.

Key words: Middle Volga, Baikal region, bog lakes, zooplankton, species diversity, reservoirs trophic state.

Сведения об авторах: Шевелева Наталья Георгиевна – ст. науч. сотр. Лимнологического института СО РАН, канд. биол. наук (shevni@lin.irk.ru); Подшивалина Валентина Николаевна – вед. науч. сотр. Государственного природного заповедника Присурский, канд. биол. наук (vpodsh@newmail.ru); Шабурова Наталья Ивановна – вед. науч. сотр. Государственного природного заповедника Байкало-Ленский, канд. биол. наук (snash19@yandex.ru).