

УДК 574.583  
DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-885-890

## ЭКОЛОГО-ФАУНИСТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕР ВОЛЖСКО-КАМСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

© О.Ю. Деревенская<sup>1)</sup>, Е.Н. Унковская<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup> Казанский (Приволжский) федеральный университет  
420008, Российская Федерация, Республика Татарстан, г. Казань, ул. Кремлевская, 18  
E-mail: oderevenskaya@mail.ru

<sup>2)</sup> Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник  
422537, Российская Федерация, Республика Татарстан, Зеленодольский р-он, пос. Садовый, ул. Вехова, 1  
E-mail: l-unka@mail.ru

Проведены многолетние (1998–2009 гг. и 2012–2014 гг.) исследования зоопланктона 12 озер Волжско-Камского биосферного заповедника (Среднее Поволжье, Российская Федерация). Цель исследований – выявление биоразнообразия, структуры сообществ зоопланктона и оценка качества воды. В результате выявлен 131 вид зоопланктона, из них коловраток – 62 (47 %), ветвистоусых ракообразных – 44 (34 %), веслоногих – 25 (19 %). Наиболее разнообразно представлены коловратки. Подавляющее большинство видов – космополиты либо широко распространенные. Большинство видов, обитающих в озерах, индифферентны по отношению к минерализации воды, температуре, величине pH. Среди индикаторных видов преобладают олигосапробы и  $\alpha$ -мезосапробы. Средние многолетние данные, рассчитанные по летним значениям численности и биомассы зоопланктона, изменялись по озерам в довольно широких пределах. Основу численности зоопланктона во многих озерах составили представители рода *Keratella* или ювенильные стадии веслоногих ракообразных. По биомассе очень часто преобладали коловратки рода *Asplanchna*. Показано, что основные черты структуры сообществ зоопланктона определяются главным образом трофическим статусом озер.

*Ключевые слова:* биоиндикация; заповедник; зоопланктон; озеро; Среднее Поволжье; эвтрофирование

### ВВЕДЕНИЕ

Биологические ресурсы являются одними из важнейших для человечества, обладают огромным потенциалом в плане обеспечения разнообразных потребностей. Сохранение и защита генетических ресурсов, видов и экосистем необходимы для обеспечения устойчивого управления биологическими ресурсами и их использования. Большое значение для успешной реализации такого подхода имеет создание биосферных заповедников, как одного из наиболее эффективных способов сохранения редких видов растений и животных, а также уникальных или типичных для данного региона природных комплексов.

Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник (ВКГПБЗ) образован 13 апреля 1960 г. с целью охраны ненарушенных лесных и лесостепных экосистем Среднего Поволжья, входит в систему биосферных резерватов ЮНЕСКО. Разнотипные озера Раифского участка заповедника и его охранной зоны приурочены к долинам малых рек Сумка и Сер-Булак. Программа биологического мониторинга озер, выполняемая на территории заповедника, включает изучение видового состава, количественных характеристик сообществ зоопланктона, оценку состояния озер.

Биоразнообразие может служить хорошим показателем общего загрязнения воды [1]. Разработаны различные индексы, позволяющие оценить качество воды в озерах на основе показателей сообществ зоопланкто-

на [2–3]. В условиях высокой антропогенной нагрузки озера, в том числе расположенные на охраняемых природных территориях, подвержены эвтрофированию. Многие виды зоопланктона являются хорошими индикаторами трофических условий, позволяют оценить трофический статус водоемов [4].

Цель работы – выявление биоразнообразия, характеристика структуры сообществ зоопланктона озер Волжско-Камского заповедника и оценка состояния озер.

### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Исследования зоопланктона озер ВКГПБЗ проводили в 1998–2009 и 2012–2014 гг. Были изучены 12 озер Раифского участка заповедника и его охранной зоны: Раифское, Белое, Ильинское, Линево, Карасиха, Илантово, Круглое, Моховое, Шатуниха, Крутое, Гнилое и Долгое. Пробы зоопланктона отбирали на глубоководных озерах при помощи сети Джеди (размер ячеи – 95 мкм) по горизонтам, выделенным в соответствии со стратификацией воды по температуре. На мелководных озерах (до 4 м глубиной) – облавливанием сетью Джеди всего столба воды от дна до поверхности либо процеживанием 50 л воды через сеть Апштейна.

Камеральная обработка включала определение видового состава зоопланктона, численности и биомассы. Идентификация видов проведена при помощи определителей [5–9]. Расчеты численности и биомассы выполнены в соответствии с общепринятыми гидробио-

логическими методиками [10]. Всего было обработано более 500 количественных проб зоопланктона.

Степень сходства сообществ зоопланктона оценивали по индексу Жаккара в модификации Серенсен-Чекановского [11]. Статистическая обработка данных выполнена с использованием пакета статистических программ «Statistica 6.0». Влияние абиотических факторов среды на сообщества зоопланктона выявлено при помощи коэффициента корреляции Пирсона.

## РЕЗУЛЬТАТЫ

Гидрологическая система Раифского участка ВКГПБЗ представляет собой систему озер, связанных с реками Сумка и Сер-Булак [12].

В составе пелагического зоопланктона озер за весь период исследований был выявлен 131 вид, из них коловраток – 62 (47 %), ветвистоусых ракообразных – 44 (34 %), веслоногих – 25 (19 %). По числу видов преобладали коловратки.

Виды зоопланктона принадлежали к 27 семействам 11 отрядов коловраток и ракообразных. Обнаруженные в озерах коловратки (Rotifera) принадлежали к классу Eurotatoria и 5 отрядам: Protoramida, Transversiramida, Saltiramida, Saetiramida, Antrorsiramida, 15 семействам. Наибольшим числом видов отличались семейства Brachionidae (16 видов) и Trichocercidae (12).

Ветвистоусые ракообразные (Cladocera) принадлежали к 4 отрядам: Anopopoda, Stenopoda, Harporoda и Onychopoda и 10 семействам. Наибольшим числом видов было представлено семейство Chydoridae – 16, семейство Daphniidae – 12 видами. В озерах встречалось от 7 до 21 вида ветвистоусых ракообразных.

Веслоногие ракообразные (Copepoda) принадлежали к отрядам Calaniformes и Cycloporiformes. Каляноиды были представлены семейством Diaptomidae (3 вида). К отряду Cycloporiformes относились представители двух подсемейств семейства Cyclopidae – Eucycloporinae и Cycloporinae, всего 22 вида. Наибольшим числом видов в озерах ВКГПБЗ представлено семейство Cyclopidae. В озерах встречалось от 4 до 15 видов веслоногих.

Большинство встречаемых видов зоопланктона озер ВКГПБЗ (59 %) являются космополитами, имеют всемирное распространение; 24 % относятся к широко распространенным в умеренных, южных широтах; 7 % имеют голарктическое распространение. Виды, предпочитающие преимущественно северные широты, составляли 5 %, южные районы – 2 %.

Виды, встречающиеся преимущественно в северных районах или их ограниченные в распространении лесной зоной, а также являющиеся преимущественно холодолюбивыми, – коловратки *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879), ракообразные *Daphnia* (*Daphnia*) *cristata* Sars, 1862, *Limnoida frontosa* Sars, 1862, *Cyclops canadensis* Einsle, 1988, *C. kolensis* Lilljeborg, 1901. Евро-сибирское распространение имеют *Diaphanosoma orghidani* Negrea, 1982, представители семейства Diaptomidae – *Eudiaptomus gracilis* (Sars, 1863), *E. graciloides* (Lilljeborg, 1888), *E. vulgaris* (Schmeil, 1898) и некоторые представители семейства Cyclopidae. К южным теплолюбивым формам относят ветвистоусых ракообразных из семейства Moinidae: *Moina brachiata* (Jurine, 1820), *M. macrocopa* (Straus, 1820), *M. micrura* Kurz, 1874.

По отношению к фактору солености (минерализация) 28 % встречаемых видов относятся к эвригаллин-

ным, способным к обитанию как в пресных, так и в солоноватых и даже морских водах, 65 % предпочитают умеренное содержание солей, 3 % – галофобы, не выносят высокую минерализацию воды и встречаются только в пресных водах с невысоким содержанием солей. К таким видам относятся коловратки *Polyarthra euryptera* Wierzejski, 1891, *P. vulgaris* Carlin, 1943, ракообразные *Daphnia* (*D.*) *cucullata* Sars, 1862.

Важным фактором для гидробионтов является и активная реакция среды, измеряемая величиной pH. 22 % встречаемых видов способны обитать в болотах и заболоченных водоемах и, вероятно, некоторое время могут переносить пониженные значения активной реакции среды. В щелочной среде встречаются 3 % видов – *Brachionus urceus* Linnaeus, 1758, *Alona rectangula* G.O. Sars, 1862, *D. cucullata*, *Daphnia* (*D.*) *pulex* Leydig, 1860. 74 % встречаемых видов, вероятно, предпочитают нейтральные значения среды.

По отношению к температуре 6 % являются холодноводными, 8 % – тепловодными, 6 % – эвритермными и 79 % – индифферентными по отношению к этому фактору. Преимущественно тепловодными являются *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851), *Brachionus diversicornis* (Daday, 1883), *B. urceus*, *Keratella valga* (Ehrenberg, 1834), *Polyarthra euryptera* Wierzejski, 1891, *M. macrocopa*, *M. micrura*, *Diaphanosoma brachyurum* (Lieven, 1848), *Cryptocyclops bicolor* G.O. Sars, 1863, *Microcyclops varicans* (Sars, 1863) и некоторые другие виды. К холодноводным видам относят *Conochiloides natans* (Seligo, 1900), *K. longispina*, *Keratella hiemalis* Carlin, 1943, *Notholca acuminata* (Ehrenberg, 1832), *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925 и некоторые другие виды.

Для 50 % определенных нами видов предпочитаемым биотопом является пелагическая часть водоемов, еще 2 % обитают как в литоральной зоне, так и в пелагиали. 21 % относятся к фитофильным видам, обитающим в зарослях макрофитов, а 2 % – как в пелагиали, так и в зарослях макрофитов. Для 18 % видов предпочитаемым биотопом является литоральная зона среди прибрежного песка, в придонных слоях воды, и еще 6 % обитают как в литоральной зоне, так и среди зарослей макрофитов.

В отношении качества среды 47 % встречаемых индикаторных видов являются олигосапробами, 18 % – о-β-мезосапробами, 5 % – β-о-мезосапробами, 21 % – β-мезосапробами, 3 % – β-α-мезосапробами, 1 % – α-мезосапробами и 3 вида – полисапробами.

Наиболее часто доминировали по численности в озерах Раифское, Ильинское, Линево *K. longispina*, в этих же озерах и в оз. Белое – *D. cucullata*, *Keratella quadrata* (Muller, 1786), и в оз. Карасиха – *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863) и *B. longirostris*. В остальных озерах наиболее часто доминировали *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *P. vulgaris*, *Gastropus hyptopus* (Ehrenberg, 1838).

По биомассе в озерах Раифское, Белое, Ильинское, Линево в более половине случаев доминировали *D. cucullata*, в этих же озерах и в озерах Карасиха – *T. oithonoides*, а также *A. priodonta*, которая входила в состав доминирующих в большинстве озер. Часто в состав доминирующих видов в озерах входили также *B. longirostris*, *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853) и *Trichocerca* (*s. str.*) *cylindrica* (Imhof, 1891).

Видовой состав зоопланктона озер весьма сходен между собой, и это не удивительно, так как они распо-

ложены недалеко друг от друга, а между озерами Белое, Раифское, Ильинское и Линево существует гидрологическая связь. На дендрограмме сходства (рис. 1) относительно обособленный кластер образуют озера Белое, Моховое, Гнилое, Карасиха, Круглое, а также оз. Раифское.

По величине значений биомассы, в соответствии с классификацией С.П. Китаева [13], озера Моховое и Карасиха относятся к  $\alpha$ -олиготрофным; Долгое – к  $\beta$ -олиготрофным; Раифское, Гнилое, Круглое, Ильинское, Шатуниха – к  $\alpha$ -мезотрофным; Крутое, Илантово,

Линево – к  $\beta$ -мезотрофным и оз. Белое – к  $\alpha$ -эвтрофным.

Основу численности зоопланктона в озерах Гнилое, Долгое, Илантово, Моховое составляли представители рода *Keratella*, во многих озерах довольно большую долю составляли ювенильные стадии веслоногих ракообразных (рис. 2). По биомассе очень часто преобладали коловратки рода *Asplanchna* (рис. 3). Всего в образовании более 80 % общей численности участвовали представители 11 родов (включая ювенильные стадии циклопов), а биомассы – 8.

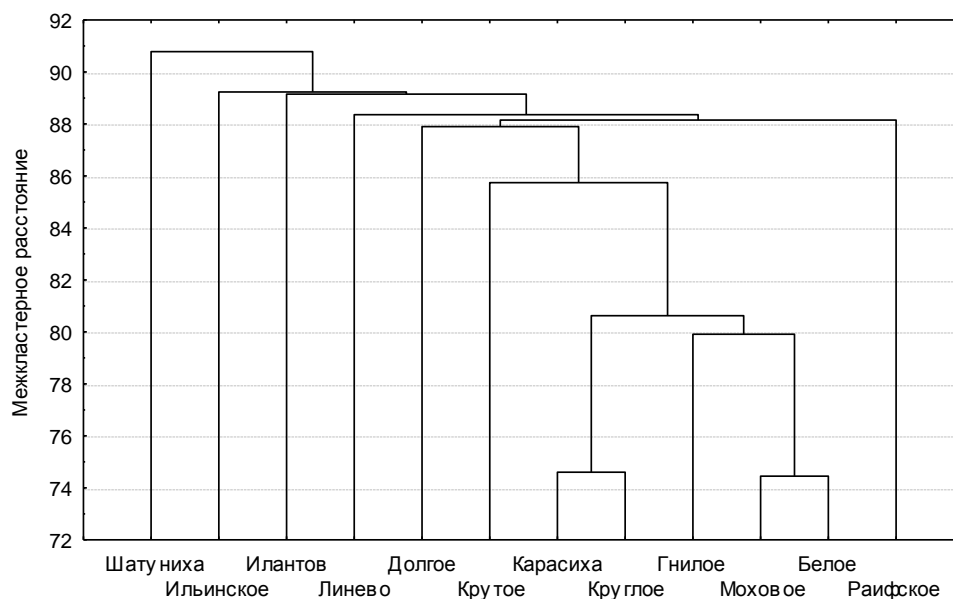


Рис. 1. Дендрограмма сходства видового состава озер ВКГПБЗ

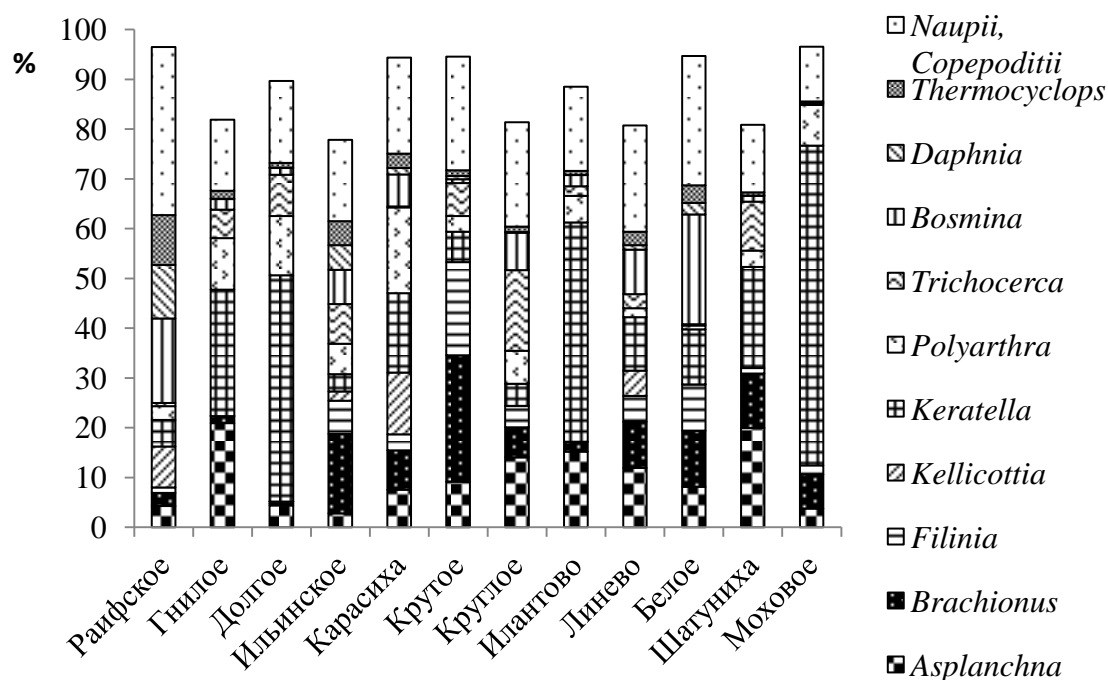


Рис. 2. Доли (%) наиболее массовых родов в общей численности зоопланктона

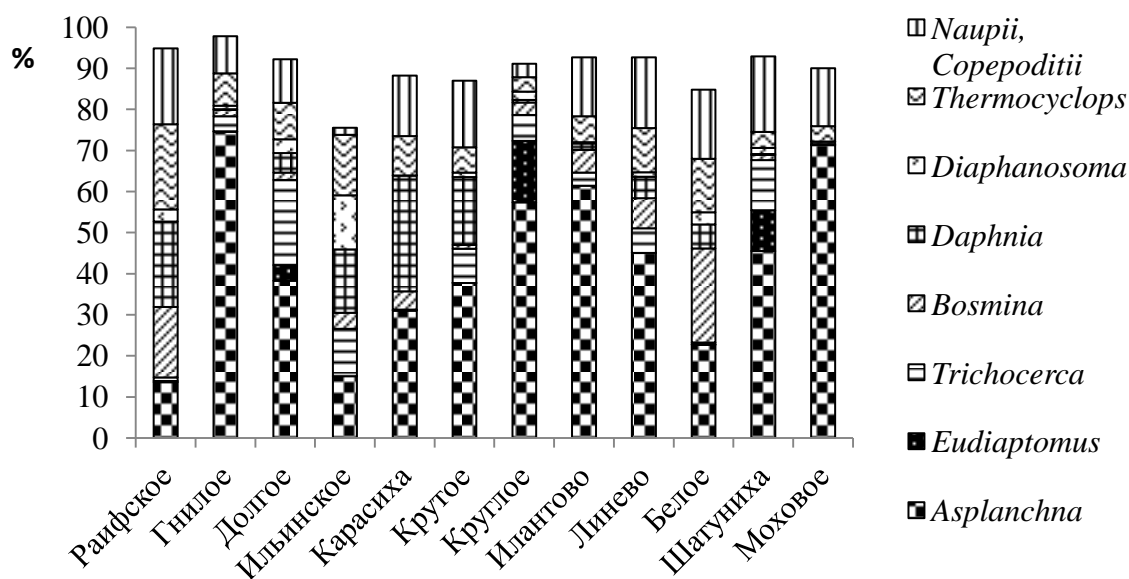


Рис. 3. Доли (%) наиболее массовых родов в общей биомассе зоопланктона

#### ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты исследований показали, что по числу видов в зоопланктоне преобладали коловратки, что обычно характерно для озер с довольно высоким трофическим статусом [2]. Подавляющее большинство видов являются космополитами либо широко распространенными. Эндемичных видов не выявлено. На наш взгляд, подобное обстоятельство обусловлено тем, что по своим природным характеристикам, составу вод исследованные озера типичны для Среднего Поволжья, а кроме того, имеют достаточно высокий трофический статус.

Озера ВКГПБЗ пресные с невысокой минерализацией воды, поэтому большинство обитаемых в них видов индифферентны к этому фактору, а процент видов, способных жить в соленой воде, невысок. Среди обследованных озер два заболочены, в придонных слоях воды иногда наблюдались пониженные значения pH, это способствует развитию в озерах видов, способных обитать в болотных водах. Все озера имеют умеренный температурный режим, поэтому большинство из встречаемых видов индифферентны к этому фактору. В отношении качества среды большая часть видов-индикаторов являются олигосапробами и  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробами.

Основу численности зоопланктона в ряде озер (Гнилое, Долгое, Илантово, Моховое) составляли представители рода *Keratella*, во многих озерах довольно большой вклад в общую численность вносили ювенильные стадии веслоногих ракообразных. Это также отмечается для озер с высоким трофическим статусом [2; 14]. По биомассе очень часто преобладали хищные коловратки рода *Asplanchna*. Увеличение количественных показателей зоопланктона и доли коловраток в общей численности и биомассе некоторые авторы связывают с глобальным потеплением климата [14]. Увеличение пиковых значений рачков *T. oithonoides*, *M. leuckarti* наблюдалось также в Рыбинском водохранилище [15–16].

Статистические исследования выявили положительную достоверную ( $P < 0,05$ ) зависимость между числом видов в пробе и содержанием кислорода, pH и температурой и отрицательную связь с цветностью воды и величинами перманганатной окисляемости. Это тот факт, что наименьшее число видов в пробах было выявлено в заболоченном оз. Гнилое и эвтрофном мелководном оз. Илантово, а наибольшее – в глубоководном проточном светловодном оз. Ильинское.

В эпилимнионе численность коловраток и общая численность зоопланктона положительно коррелируют с содержанием в воде нитрит-ионов, что подтверждает известный факт увеличения количества коловраток при эвтрофировании [2]. Ветвистоусые ракообразные демонстрируют положительную корреляцию с содержанием сульфат-ионов и растворенного кислорода.

Многие озера ВКГПБЗ имеют довольно высокий трофический статус, который обуславливает преобладание в сообществе коловраток рода *Keratella*, доминирование видов-индикаторов эвтрофных вод, а также существенные межгодовые различия величин количественных показателей.

#### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Зоопланктон озер Волжско-Камского заповедника представлен 131 видом, из них коловраток – 62 (47 %), ветвистоусых ракообразных – 44 (34 %), веслоногих – 25 (19 %). Видовой состав зоопланктона в озерах довольно сходен.

Подавляющее большинство видов являются космополитами либо широко распространенными. Большинство видов, обитающих в озерах, индифферентны по отношению к минерализации воды, температуре, величине pH. В отношении качества среды большая часть видов-индикаторов являются олигосапробами и  $\alpha$ - $\beta$ -мезосапробами.

Средние многолетние данные, рассчитанные по летним значениям численности и биомассы зоопланктона, изменялись по озерам в довольно широких пре-

делах. Численность изменялась от  $54,00 \pm 30,10$  тыс. экз./м<sup>3</sup> до  $1688,49 \pm 215,13$  тыс. экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – от  $0,17 \pm 0,06$  г/м<sup>3</sup> до  $7,05 \pm 1,13$  г/м<sup>3</sup>. Основу численности зоопланктона составляли представители рода *Keratella* или ювенильные стадии веслоногих ракообразных. По биомассе очень часто преобладали коловратки рода *Asplanchna*.

Развитие сообществ зоопланктона происходит под действием комплекса природных и антропогенных факторов, из них ведущую роль для озер ВКГПБЗ играет трофический статус озер.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Thakur R.K., Jindal R., Singh Uday Bhan, Ahluwalia A.S.* Plankton diversity and water quality assessment of three freshwater lakes of Mandi (Himachal Pradesh, India) with special reference to planktonic indicators // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2013. V. 185. P. 8355-8373.
2. *Андроникова И.Н.* Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб.: Наука, 1996. 189 с.
3. *Nandini S., Ramirez Garcia P., Sarma S.S.S.* Water quality indicators in Lake Xochimilco, Mexico: zooplankton and *Vibrio cholera* // *J. Limnol.* 2016. V. 75. № 1. P. 91-100.
4. *Jekatierynczuk-Rudczyk E., Zieliński P., Grabowska M., Ejsmont-Karabin J., Karpowicz M., Więcko A.* The trophic status of Suwałki Landscape Park lakes based on selected parameters (NE Poland) // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2014. V. 186. P. 5101-5121.
5. *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). Л.: Наука, 1970. 744 с.
6. *Иванова Л.В., Степаньянц С.Д., Rogozin A.G., Кутиков Л.А., Цалолхин С.Я., Спиридонов С.Э., Финогенова Н.П., Полякова Е.А., Гонтарь В.И., Туманов Д.В.* Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 1. Низшие беспозвоночные. СПб.: Зоологический ин-т РАН, 1994. 396 с.
7. *Алексеев В.Р., Василенко С.В., Глаголев С.М., Добрынина Т.И., Коровчинский Н.М., Котов А.А., Курашов Е.А., Орлова-Беньковская М.Я., Ривьер И.К., Смирнов Н.Н., Старобогатов Я.И., Степанова Л.А., Фильчаков В.А.* Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Т. 2. Ракообразные. СПб.: Зоологический ин-т РАН, 1995. 628 с.
8. *Коровчинский Н.М.* Ветвистоусые ракообразные отряда Stenopoda мировой фауны (морфология, систематика, экология, зоогеография). М.: Т-во науч. изд. КМК, 2004. 410 с.
9. *Алексеев В.Р., Глаголев С.М., Добрынина Т.И., Котов А.А., Кутикова Л.А., Мазей Ю.А., Малявин С.А., Наумова Е.Ю., Синев А.Ю., Смирнов Н.Н., Степанова Л.А., Стойко Т.Г., Сухих Н.М., Телии И.В., Фефилова Е.Б., Фильчаков В.А.* Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1. Зоопланктон. М.: Т-во науч. изд. КМК, 2010. 495 с.
10. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Зоопланктон и его продукция. Л.: Зоологический ин-т АН СССР – ГосНИОРХ, 1982. 33 с.
11. *Sørensen T.* A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of vegetation on Danish common // *Kongelige danske videnskabernes selskab, Biologiske skrifter*. 1948. Bd. 5. № 4. P. 1-34.
12. *Деревенская О.Ю., Унковская Е.Н.* Структура сообществ зоопланктона озер Волжско-Камского заповедника // *Труды Зоологического института РАН*. 2016. Т. 320. № 3. С. 294-303.
13. *Кутаев С.П.* Экологические основы биопродуктивности озер разных природных зон. М., 1984. 207 с.
14. *Рогозин А.Г.* Зоопланктон Аргазинского водохранилища (Южный Урал) и его многолетние изменения // *Биология внутренних вод*. 2013. № 2. С. 25-33.
15. *Лазарева В.И., Соколова Е.А.* Динамика и фенология зоопланктона крупного равнинного водохранилища: отклик на изменение климата // *Успехи современной биологии*. 2013. Т. 133. № 6. С. 564-574.
16. *Лазарева В.И., Соколова Е.А.* Мезозоопланктон равнинного водохранилища в период потепления климата: биомасса и продукция // *Биология внутренних вод*. 2015. № 3. С. 30-38.

Поступила в редакцию 29 июня 2017 г.

Деревенская Ольга Юрьевна, Казанский (Приволжский) федеральный университет, г. Казань, Республика Татарстан, Российская Федерация, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры природообустройства и водопользования института управления, экономики и финансов, e-mail: oderevenskaya@mail.ru

Унковская Елена Николаевна, Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник, пос. Садовый, Зеленодольский район, Республика Татарстан, Российская Федерация, старший научный сотрудник, e-mail: l-unka@mail.ru

UDC 574.583

DOI: 10.20310/1810-0198-2017-22-5-885-890

#### ECOLOGICAL AND FAUNISTIC CHARACTERISTICS OF ZOOPLANKTON OF THE VOLGA-KAMA RESERVE LAKES

© O.Y. Derevenskaya<sup>1</sup>, E.N. Unkovskaya<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Kazan (Volga region) Federal University

18 Kremlyovskaya St., Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 420008

E-mail: oderevenskaya@mail.ru

<sup>2</sup> Volzhsko-Kamsky State Nature Biosphere Reserve

1 Vehova St., Sadovy Village, Zelenodolsky district, Republic of Tatarstan, Russian Federation, 422537

E-mail: l-unka@mail.ru

Long-term (in 1998–2009 and 2012–2014) studies of zooplankton of 12 lakes of the Volga-Kama Biosphere Reserve (Middle Volga Region, Russia) were carried out. The aim of the research was to identify biodiversity, structure of zooplankton communities and assess water quality. As a result, 131 species of zooplankton

were identified, among them Rotifers – 62 (47 %), Cladocera – 44 (34 %), Copepoda – 25 (19 %). Rotifers were most widely represented. The vast majority of species were cosmopolitan, or widespread. Most species living in lakes are indifferent to mineralization of water, temperature, pH value. Among the indicator species, oligosaprobies and  $\alpha$ - $\beta$ -mesosaprobies predominate. The average long-term data calculated from the summer values of the abundance and biomass of zooplankton varied over lakes in fairly wide ranges. The basis of the zooplankton abundance in many lakes was the representatives of the genus *Keratella* or juvenile stages of copepods. Rotifers of the genus *Asplanchna* were very often dominated on biomass. It is shown that the main features of the structure of zooplankton communities are determined mainly by the trophic status of lakes.

**Keywords:** bioindication; reserve; zooplankton; lake; Middle Volga Region; eutrophication

## REFERENCES

1. Thakur R.K., Jindal R., Singh Uday Bhan, Ahluwalia A.S. Plankton diversity and water quality assessment of three freshwater lakes of Mandi (Himachal Pradesh, India) with special reference to planktonic indicators. *Environmental Monitoring and Assessment*, 2013, vol. 185, pp. 8355-8373.
2. Andronikova I.N. *Strukturno-funktsional'naya organizatsiya zoooplanktona ozernykh ekosistem raznykh troficheskikh tipov* [Structural and Functional Organization of Zooplankton of Lake Ecosystems of Different Trophic Types]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1996, 189 p. (In Russian).
3. Nandini S., Ramírez García P., Sarma S.S.S. Water quality indicators in Lake Xochimilco, Mexico: zooplankton and *Vibrio cholera*. *J. Limnol.*, 2016, vol. 75, no. 1, pp. 91-100.
4. Jekatierynczuk-Rudczyk E., Zieliński P., Grabowska M., Ejsmont-Karabin J., Karpowicz M., Więcko A. The trophic status of Suwałki Landscape Park lakes based on selected parameters (NE Poland). *Environmental Monitoring and Assessment*, 2014, vol. 186, pp. 5101-5121.
5. Kutikova L.A. *Kolovratki fauny SSSR (Rotatoria). Podklass Eurotatoria (otryady Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida)* [Rotifers of the Fauna of the USSR (Rotatoria). Subclass Eurotatoria (Order Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida)]. Leningrad, Nauka Publ., 1970, 744 p. (In Russian).
6. Ivanova L.V., Stepanyants S.D., Rogozin A.G., Kutikov L.A., Tsalolikhin S.Ya., Spiridonov S.E., Finogenova N.P., Polyakova E.A., Gontar V.I., Tumanov D.V. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territoriy. T. 1. Nizshie bespozvonochnye* [Determinant of Freshwater Vertebrata in Russia and Adjacent Areas. Vol. 1. Lower Invertebrata]. St. Petersburg, Zoological Institute of RAS Publ., 1994, 396 p. (In Russian).
7. Alekseev V.R., Vasilenko S.V., Glagolev S.M., Dobrynina T.I., Korovchinskiy N.M., Kotov A.A., Kurashov E.A., Orlova-Benkovskaya M.Ya., River I.K., Smirnov N.N., Starobogatov Ya.I., Stepanova L.A., Filchakov V.A. *Opredelitel' presnovodnykh bespozvonochnykh Rossii i sopredel'nykh territoriy. T. 2. Rakoobraznye* [Determinant of Freshwater Invertebrata in Russia and Adjacent Territories. Vol. 2. Crustaceans]. St. Petersburg, Zoological Institute of the RAS Publ., 1995, 628 p. (In Russian).
8. Korovchinskiy N.M. *Vetvistousye rakoobraznye otriyada Ctenopoda mirovoy fauny (morfologiya, sistematika, ekologiya, zoogeografiya)* [Cladoceran order Ctenopoda of World Fauna (Morphology, Systematics, Ecology, Zoogeography)]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2004, 410 p. (In Russian).
9. Alekseev V.R., Glagolev S.M., Dobrynina T.I., Kotov A.A., Kutikova L.A., Mazey Yu.A., Malyavin S.A., Naumova E.Yu., Sinev A.Yu., Smirnov N.N., Stepanova L.A., Stoyko T.G., Sukhikh N.M., Telesh I.V., Fefilova E.B., Fil'chakov V.A. *Opredelitel' zoooplanktona i zoobentosa presnykh vod Evropeyskoy Rossii. T. 1. Zooplankton* [Determinant of Zooplankton and Zoobenthos of Freshwater of European Russia. Vol. 1. Zooplankton]. Moscow, KMK Scientific Press Ltd., 2010, 495 p. (In Russian).
10. *Metodicheskie rekomendatsii po sboru i obrabotke materialov pri gidrobiologicheskikh issledovaniyakh na presnovodnykh vodoemakh. Zooplankton i ego produktsiya* [Methodological Recommendations on Collection and Processing of Materials of Hydrobiological Researches at Freshwater Reservoirs. Zooplankton and its Production]. Leningrad, Zoology Institute of Academy of Sciences of the USSR, State Scientific-Research Institute of Lake and River Fishery, 1982, 33 p. (In Russian).
11. Sørensen T. A new method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of a species content and its application to analysis of vegetation on Danish common. *Kongelige danske videnskabernes selskab, Biologiske skrifter*, 1948, vol. 5, no. 4, pp. 1-34.
12. Derevenskaya O.Yu., Unkovskaya E.N. *Struktura soobshchestv zoooplanktona ozer Volzhsko-Kamskogo zapovednika* [Structure of zooplankton communities of Volga-Kama Reserve lakes]. *Trudy Zoologicheskogo instituta Rossiyskoy akademii nauk – Proceedings of the Zoological Institute RAS*, 2016, vol. 320, no. 3, pp. 294-303. (In Russian).
13. Kitaev S.P. *Ekologicheskie osnovy bioproduktivnosti ozer raznykh prirodnykh zon* [Ecological Basements of Bioproductivity of Lakes of Different Natural Zones]. Moscow, 1984, 207 p. (In Russian).
14. Rogozin A.G. *Zooplankton Argazinskogo vodokhranilishcha (Yuzhnyy Ural) i ego mnogoletnie izmeneniya* [Zooplankton of the Argazi reservoir (Southern Urals, Russia) and its long-term changes]. *Biologiya vnutrennikh vod – Inland Water Biology*, 2013, no. 2, pp. 25-33. (In Russian).
15. Lazareva V.I., Sokolova E.A. *Dinamika i fenologiya zoooplanktona krupnogo ravninnogo vodokhranilishcha: otklik na izmenenie klimata* [Dynamics and Phenology of Zooplankton in a Large Plain Reservoir: a Response to Climate Changes]. *Uspekhi sovremennoy biologii – Biology Bulletin Reviews*, 2013, vol. 133, no. 6, pp. 564-574. (In Russian).
16. Lazareva V.I., Sokolova E.A. *Metazooplankton ravninnogo vodokhranilishcha v period potepeniya klimata: biomassa i produktsiya* [Metazooplankton of the plain reservoir during climate warming: Biomass and production]. *Biologiya vnutrennikh vod – Inland Water Biology*, 2015, no. 3, pp. 30-38. (In Russian).

Received 29 June 2017

Derevenskaya Olga Yurevna, Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Republic of Tatarstan, Russian Federation, Candidate of Biology, Associate Professor of Environmental Engineering and Water Management Department of Management, Economics and Finance Institute, e-mail: oderevenskaya@mail.ru

Unkovskaya Elena Nikolaevna, Volzhsko-Kamsky State Nature Biosphere Reserve, Sadovy Village, Zelenodolsky district, Republic of Tatarstan, Russian Federation, Senior Research Worker, e-mail: l-unka@mail.ru