

## ОРИГИНАЛЬНЫЕ СТАТЬИ

## RESEARCH ARTICLES

ВИДОВОЙ СОСТАВ И ПРОСТРАНСТВЕННАЯ СТРУКТУРА  
ЗООПЛАНКТОННОГО СООБЩЕСТВА В ОЗЕРЕ ИНОРКИ  
(МОРДОВСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, РОССИЯ)

Т. Г. Стойко, В. А. Сенкевич

Пензенский государственный университет, Россия

e-mail: tgstojko@mail.ru, viktoriya0606@mail.ru

Поступила в редакцию: 05.12.2017

Настоящее исследование посвящено изучению видового разнообразия и пространственного распределения структурных параметров сообщества зоопланктона в озере-старице Инорки в 2014 и 2016 гг. Озеро располагается в средней правобережной пойме р. Мокша. Площадь озера 0.209 км<sup>2</sup>, максимальная длина – около 3.7 км, средняя ширина около 95 м и глубина – 3.5–5.5 м. Береговой свал крутой, на расстоянии 1–2 м от берега в большинстве мест глубины достигают 1.5 м. У берега растительность представлена узкой полосой. Пробы зоопланктона отбирали на трех створах (по одной в центре, на глубине >200 см, и у каждого берега, на глубине 80 см) в первой половине июля 2014 г. (температура воды 24–27°C) и 2016 г. (температура воды 21.5–22°C), и обрабатывали по общепринятым методикам. При составлении списка видов зоопланктона учитывали данные трех проб, полученные в июне 2009 г. с мостка у Инорского кордона (54.7265° с.ш.; 43.1523° в.д.) и пяти проб, взятых по акватории в начале июля 2013 г. Обнаружено 93 вида и формы зоопланктона. Выявлены редкие для Среднего Поволжья виды коловраток: *Asplanchnopus multiceps*, *Euchlanis proxima*, *Squatinella mutica*, *S. rostrum*, *S. tridentata*, *Trichocerca weberi*, которые предпочитают зарастающие и заболачиваемые водные объекты. 11 видов в озере отмечены во все годы исследования: *Asplanchna priodonta*, *Conochilus hippocrepis*, *Keratella cochlearis*, *Lecane closterocerca*, *Mytilina ventralis*, *Synchaeta pectinata*, *Testudinella patina*, *Chydorus sphaericus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Sida crystallina*, *Mesocyclops leuckarti*. Средняя численность зоопланктона достоверно выше в пелагиали озера, чем в прибрежной зоне ( $t = 8.82–11.38$ , при  $p < 0.05$ ). В таксономической структуре зоопланктонного сообщества наблюдались различия: в 2014 г. – преобладали коловратки, а в 2016 г. – науплиальные стадии копепод. Возможно, в 2016 г. в момент взятия проб сообщество было на более ранних стадиях сезонной динамики из-за низкой температуры воды. В этот год отмечено меньшее число доминирующих видов и большая пространственная однородность. Соотношение экологических групп зоопланктона также отличалось по акватории и по годам. В 2014 г. в основном преобладали вертикаторы, причем в открытой части озера их доля самая высокая (78%). В 2016 г. помимо фильтраторов в сообществе высокая доля хватателей, науплиев и копеподитных личинок: у берегов 65% и 50% и в центре озера – 44%. По индексу Шеннона и коэффициенту трофности состояние озера оценивается как мезотрофное.

**Ключевые слова:** биоразнообразие, заповедник, зоопланктон, озеро, старица, структура

## Введение

Особо охраняемые территории являются ядрами сохранения биологического разнообразия в регионе. В этом плане в Мордовском заповеднике с богатой сетью рек и старичных озер обитающие в них гидробионты представляют бесценную кладовую организмов. Они участвуют в биогенных процессах в системах со слабым антропогенным влиянием, поэтому являются хранилищем фонового генетического материала и модельными объектами для изучения аналогичных систем на территориях с сильным воздействием человека.

Озера-старицы представляют собой особый вид водных экосистем. Функционирова-

ние стариц напрямую и косвенно связано с временными колебаниями уровня воды в реках. Согласно концепции импульса половодья (Junk et al., 1989), его подъем, расширяющий реку до размеров поймы, является главной силой, управляющей биотой в речной пойме. Он увеличивает первичную продукцию, структурирует среду обитания и, вероятно, способствует повышению биоразнообразия поймы.

Зоопланктон, обитающий в старицах, обычно гораздо богаче, чем речной, что обусловлено более стабильными экологическими условиями в лимнофазе (Napiórkowski 2009; Pasztaleniec et al., 2013). Своеобразие видового состава ракообразного зооплан-

ктона стариц выявлено не только при сопоставлении с рекой, но и при сравнении с водохранилищем на этой реке (Karpowicz, 2014). Состояние стариц в период лимнофазы некоторые исследователи предлагают рассматривать как экотонную фазу (Tockner et al., 2000; Joniak & Kuczyńska-Kirpen, 2016). Зоопланктонное сообщество стариц неоднородно. Одни виды предпочитают селиться в литоральной части озера, где высокая степень затемнения, другие – населяют зону открытой воды. Среди пелагического зоопланктона больше видов, характерных для эвтрофных вод, обитание которых обусловлено высоким содержанием в воде органических и минеральных питательных веществ (Joniak & Kuczyńska-Kirpen, 2016). Изучение коловраток в пойменном озере р. Волга на территории национального парка «Самарская Лука» показало существование в нем сложных межвидовых сообществ с преобладанием зарослевых и придонных видов (Герасимов, Дюжева, 2011).

Оз. Инорки в Мордовском заповеднике – одно из крупных. Оно располагается в средней правобережной пойме р. Мокша (в бассейне р. Волги), в лесном массиве, с юга подступают отдельные пойменные луга (рис. 1). Площадь озера, определенная по космоснимку с помощью программы Ozi Explorer, 0.209 км<sup>2</sup> (Варгот, 2014). Максимальная длина озера – около 3.7 км, ширина колеблется от 35 до 120 м при средней ширине около 95 м (Чухманов, Трибушко, 2006). Средняя глубина – 3.5–5.5 м, а максимум – 8 м – зарегистрирован на участке Инорского кордона до северо-западного отрога. Север-

ный берег практически на всем протяжении высокий, не заливается половодьем, южный, восточный и западный – пологие, местами заболоченные, покрыты пойменными черноольшаниками. Береговой свал крутой, на расстоянии 1–2 м от берега в большинстве мест глубины достигают 1.5 м. Вода темно-коричневая, богатая гуминовыми кислотами. Обычно к концу июня на глубине 1 м температура поднимается до +21°C.

Озеро Инорки Е.В. Варгот (2011) отнесла к категории мало заросших, объясняя это достаточно большой глубиной, резким уклоном дна и, в связи с этим, отсутствием обширных мелководий, где могли бы образоваться заросли. По всему периметру озера узкой полосой тянется сообщество, состоящее из телореза алоэвидного (*Stratiotes aloides* L.), ряски малой (*Lemna minor* L.), многокоренника (*Spirodela polyrhiza* (L.) **Schleid**), водокраса лягушачьего (*Hydrocharis morsus-ranae* L.), пузырчатки обыкновенной (*Utricularia vulgaris* L.) и роголистника темно-зеленого (*Ceratophyllum demersum* L.) (Варгот, 2011). На основании исследования динамики растительного покрова в течение пяти лет установлено, что при снижении снегового питания и в результате уменьшения потока паводковых вод в пойме реки Мокша происходит обмеление и зарастание прибрежной части озера. Очищение же мелководий и отрогов озера может произойти лишь при условии повышения промывной активности паводковых вод и достаточном дождевом питании водоемов. В иных условиях скорость, степень и интенсивность зарастания озер лишь увеличиваются (Варгот, 2011, 2014).



Рис. 1. Места взятия проб зоопланктона в оз. Инорки (Инорский кордон).  
Fig. 1. Locations of sampling of zooplankton in Lake Inorki (Inorskiy cordon).

Известно, что на разнообразие зоопланктонных организмов оказывает положительное влияние рыбное население в водоеме (Gliwicz, 2003). В оз. Инорки отмечено 17 видов рыб (Артаев, Ручин, 2012, 2017). Наиболее многочисленными видами-эврифаги – плотва (*Rutilus rutilus* (Linnaeus, 1758)), красноперка (*Scardinius erythrophthalmus* (Linnaeus, 1758)) и карась золотой (*Carassius carassius* (Linnaeus, 1758)), которые на стадии мальков питаются планктонными организмами. Можно ожидать, что температура, развитие растений (дающих укрытие), а также ихтиофауна (потребители зоопланктона) водоема, будут основными факторами влияния на видовое разнообразие и структурные параметры зоопланктонного сообщества.

В озере с 2009 г. изучается видовой состав зоопланктона (Стойко и др., 2014; Баянов и др., 2015; Сенкевич, Стойко, 2015; Баянов, 2016; Сабитова, Сажнев, 2017).

Цель настоящего исследования – изучить видовое разнообразие и пространственное распределение структурных параметров сообщества зоопланктона в озере-старнице Инорки в 2014 и 2016 гг., дать по ним оценку трофического статуса.

### Материал и методы

Исследования проводили у Инорского кордона (54.7265° с.ш.; 43.1523° в.д.) в первой половине июля 2014 и 2016 гг. (рис. 1). На трех створах (1, 2, 3) отбирали по три пробы зоопланктона: «а» и «в» – у берегов (глубина 80 см), «б» – середина (глубина >200 см). Для взятия проб использовали лодку. Поверхностную воду объемом 10 л процеживали через сеть Апштейна (размер ячеек 67 мкм). Пробы фиксировали 4%-ным формалином. Температура воды в этом слое в 2014 г. составляла 24–27°C, в 2016 г. – 21.5–22°C. Количественный подсчет зоопланктона осуществляли в камере Богорова обычным счетным методом (Методы биологического анализа пресных вод, 1976). Организмы идентифицировали с использованием определителей (Кутикова, 1970; Определитель зоопланктона..., 2010). При определении беспанцирных коловраток устанавливали тип челюстного аппарата (трофи). Для этого животное помещали под покровное стекло в небольшой капле фиксирующей жидкости. Добавляли по капле моющее средство «Белизна» с активным хлором.

Фиксированных коловраток фотографировали в проходящем свете обычным фотоаппаратом Cannon PS1229 через окуляр WF 16X микроскопа «Биомед-6П» с использованием объективов  $\times 10$  и  $\times 40$ .

При составлении списка видов зоопланктона учитывали данные трех проб, полученные в июне 2009 г. с мостка у Инорского кордона и пяти проб, взятых по акватории в начале июля 2013 г. Всего проанализировано 26 проб.

Для характеристики зоопланктонных сообществ использовали такие показатели как численность (тыс. экз. / м<sup>3</sup>), число видов, их встречаемость (отношение числа проб, где вид был обнаружен, к общему числу проб), относительное обилие таксономических групп (% от общей численности). Доминантными считали виды, доля которых от общей численности организмов в пробе составляет 10% и более (Абакумов, 1992). Для более полной характеристики биологических процессов, происходящих в водоеме, проведена объединенная экологическая классификация организмов, которая комбинирует трофические и топические характеристики (Чуйков, 2000). Для выявления пространственного распределения рассчитывали средние величины числа видов и численности зоопланктона на станциях, расположенных на середине «б» и у берегов «а, в» в каждый год, стандартное отклонение, стандартную ошибку. Отличия между выборками оценивали с помощью t-критерия Стьюдента. Различия считали достоверными при 95%-ном пороге вероятности ( $p \leq 0.05$ ). Доминантный состав зоопланктоценозов отдельных проб анализировали с помощью ординации методом главных компонент. Трофический статус водоема и качество воды оценивали с использованием индекса видового разнообразия Шеннона, рассчитанного по численности (Андроникова, 1996), коэффициента трофии (Мяэметс, 1980), индекса сапробности по методу Пантле и Букк в модификации Сладечека (Pantle & Buck, 1955; Sladeček, 1973). Для расчета индекса сапробности использовали списки видов-индикаторов (Sladeček, 1973, 1993; Radwan et al., 2004). Данные обрабатывали с помощью программ MS Excel 2010 и PAST 2.15 (Hammer et al., 2001).

Классификация растений приведена по Plant List (2013); коловраток – по Кутиковой

(1970) и Segers (2002, 2007), ракообразных – по Определитель зоопланктона..., 2010.

### Результаты и обсуждение

В озере обнаружено 93 вида и формы зоопланктонов (в 2014 г. – 39 и в 2016 – 56): 69 – коловраток, 18 – ветвистоусых и 6 – веслоногих ракообразных (табл. 1). Примерно такое же число видов (39) и соотношение таксономических групп обнаружено в одном из пойменных озер р. Хопер в 2011 г. (Крылов, 2014). 11 видов в озере отмечены во все годы исследования: *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Conochilus hippocrepsis* (Schrank, 1803), *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851), *Lecane closterocerca* (Schmarda, 1859), *Mytilina ventralis* (Ehrenberg, 1832), *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832, *Testudinella patina* (Hermann, 1783), *Chydorus sphaericus* (O.F. Müller, 1785), *Graptoleberis testudinaria* (Fischer, 1851), *Sida crystallina* (O.F. Müller, 1776), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857). Фоновые виды (частота встречаемости которых 56–100%) в 2014 г. – *Conochilus uncinata* (Müller, 1773), *Euchlanis dilatata* (Ehrenberg, 1832), *Keratella cochlearis*, *K. irregularis* (Lauterborn, 1898), *K. i. wartmanni* (Asper et Hauscher, 1889), *Lecane quadridentata* (Ehrenberg, 1832), *Pompholyx complanata* Gosse, 1851, *Mytilina ventralis*, *Polyarthra dolichoptera* Idelson, 1925, *Rotaria* sp., *Synchaeta pectinata*, *Testudinella patina*, *Trichocerca similis* (Wierzejski, 1893), *Acroperus angustatus* (Sars, 1863), *Chydorus sphaericus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Sida crystallina*, *Mesocyclops leuckarti*, а в 2016 г. – *Anuraeopsis fissa* (Gosse, 1851), *Ascomorpha ecaudis* Perty, 1850, *Asplanchna priodonta*, *Bipalpus hudsoni* (Imhof, 1891), *Brachionus angularis* Gosse, 1851, *B. quadridentatus* (Hermann, 1783), *Conochiloides coenobasis* Skorikov, 1914, *Keratella cochlearis*, *K. irregularis*, *K. i. wartmanni*, *Mytilina ventralis*, *Polyarthra dolichoptera*, *P. major* Burckhardt, 1900, *Trichocerca capucina* (Wierzejski et Zacharias, 1893), *Acroperus harpae* (Baird, 1834), *Bosmina longirostris* (O.F. Müller, 1785), *Chydorus sphaericus*, *Ceriodaphnia pulchella* Sars, 1862, *Daphnia longispina* O.F. Müller, 1776, *Sida crystallina*, *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863).

Из ветвистоусых в озере обитают как пелагические и зарослевые, так и донные ракообразные. В прибрежной части старицы встречаются виды из семейства Chydoridae: *Chydorus* spp., *Picripleuroxus* spp., *Alona* spp. Их разнообразие

невысокое, в то время как в пойменных озерах бассейна р. Чулым в Западной Сибири отмечено до 30 видов в пробе (Кухарская, 2011). В пелагиали и среди растений представлены хищные ракообразные: *Polyphaemus pediculus* (Linnaeus, 1761), *Acanthocyclops venustus* (Norman et Scot, 1906), *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), *Megacyclus viridis* (Jurine, 1820), *Mesocyclops leuckarti*, *Paracyclus fimbriatus* s. l., *Thermocyclops oithonoides*. В эти годы частота встречаемости науплиев копепод 100%, а копеподитов – 44% в 2014 г. и 100% в 2016 г.

По данным Ю.С. Чуйкова (2000) виды коловраток из родов *Trichocerca*, *Euchlanis*, *Lecane* обитают среди водной растительности за исключением планктонных *Trichocerca rousseleti* (Voigt, 1902) и *Euchlanis lucksiana* Hauer, 1930. В оз. Инорки в 2014 г. доля численности видов этих родов (2.5–10.8%) выше в прибрежной части, но они отмечены и в открытой зоне водоема (2.5–2.7%). В 2016 г., когда температура воды была ниже и растительность развита хуже (по визуальным данным), доля численности этих видов ниже и распределены они по акватории почти равномерно (0.3–2.6%). Среди них есть редкий вид *Trichocerca weberi* (Jennings, 1903). Согласно Ю.С. Чуйкову (2000), этот вид обитает в прудах и болотах Верхней и Нижней Волги. В настоящее время коловратка найдена в р. Керженец (заповедник «Керженский») и в нижнем течении р. Черной (Ильин, 2016), а также в Чебоксарском водохранилище и р. Кова (Кудрин, 2016) в Нижегородской области.

В сообществе отмечены пять хищных и всеядных коловраток из родов *Asplanchna* и *Asplanchnopus*. В желудках троих из них – *Asplanchna girodi* Guerne, 1888, *A. herricki* de Guerne, 1888 и *Asplanchnopus multiceps* (Schrank, 1793) (последний вид редкий) обнаружены их пищевые объекты (рис. 2). В наиболее полной сводке написано, что *Asplanchnopus multiceps* мало изучен и обитает в пойменных водоемах Верхней и Нижней Волги (Чуйков, 2000). Позже, при исследовании Мордовинской поймы, расположенной на среднем участке Саратовского водохранилища, указана встречаемость вида 2.3% (Попов, 2007), а из 24 прудов в г. Самаре вид был найден только в трех (Герасимов, 2009). Еще коловратка *Asplanchnopus multiceps* обнаружена в старице р. Хопер на участке «Островцовская лесостепь» заповедника «Приволжская лесостепь» Пензенской области (наши данные).

**Таблица 1.** Видовой состав зоопланктона в оз. Инорки летом 2009, 2013, 2014 и 2016 гг. (полужирным цветом отмечены названия видов по Segers, 2007)

**Table 1.** The species composition of zooplankton in Lake Inorki in the summer of 2009, 2013, 2014 and 2016 (names according to Segers (2007) are marked in bold)

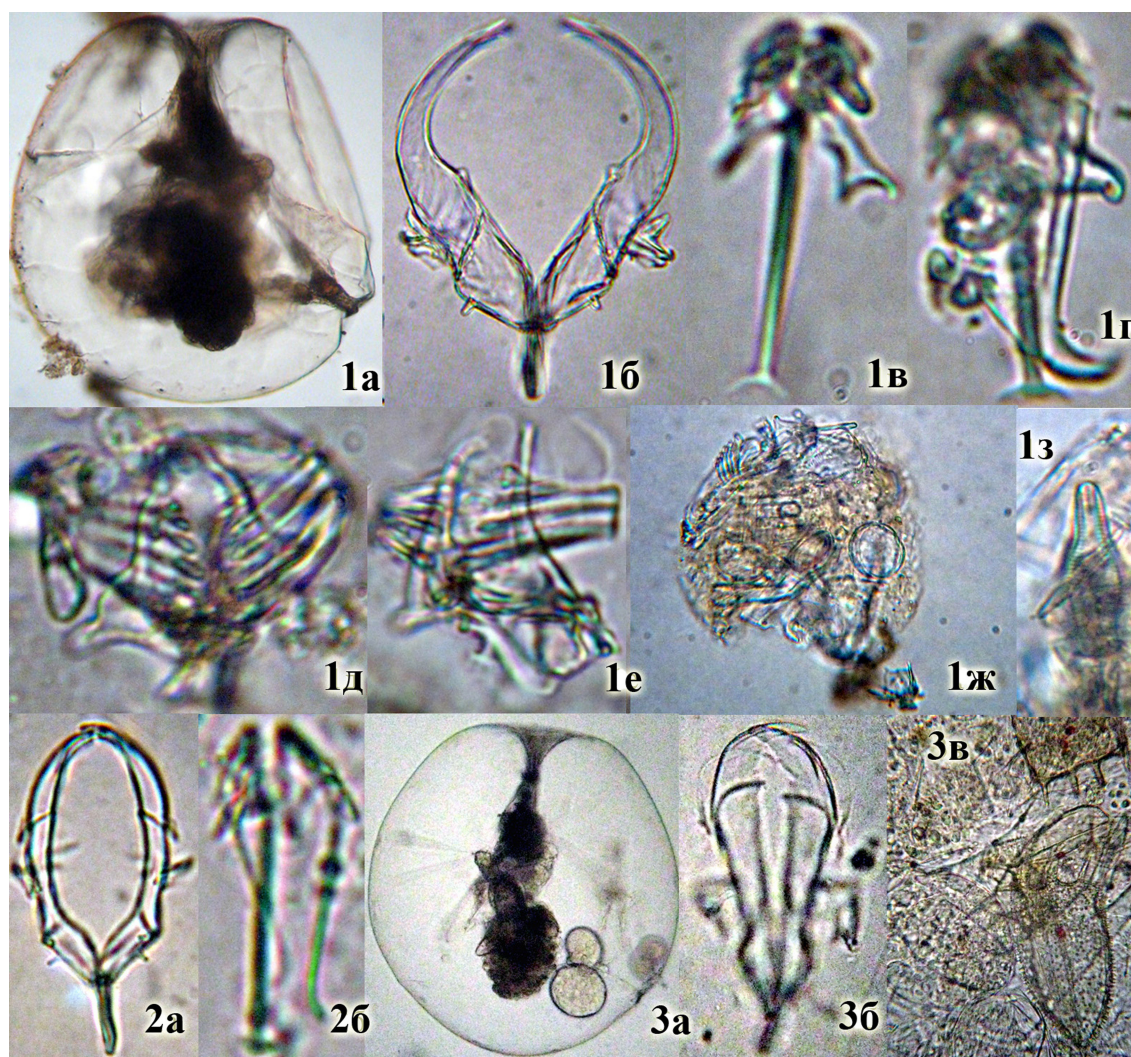
Таксоны	Годы			
	2009	2013	2014	2016
<b>Rotifera</b>				
<i>Anuraeopsis fissa</i> (Gosse, 1851)	+	+	–	+
<i>Ascomorpha ecaudis</i> Perty, 1850	–	+	–	+
<i>Asplanchna henrietta</i> Langhans, 1906	–	+	–	–
<i>A. herricki</i> de Guerne, 1888	–	+	–	–
<i>A. priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+	+
<i>A. girodi</i> Guerne, 1888	–	–	–	+
<i>Asplanchnopus multiceps</i> (Schrank, 1793)	–	–	–	+
<i>Bipalpus hudsoni</i> (Imhof, 1891)	–	+	+	+
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	–	+	+	+
<i>B. quadridentatus</i> (Hermann, 1783)	–	+	+	+
<i>B. q. melheni</i> Barrois et Daday, 1894	–	–	–	+
<i>Cephalodella gibba</i> (Ehrenberg, 1832)	–	–	–	+
<i>C. ventripes</i> (Dixon-Nuttall, 1901)	–	–	+	–
<i>Colurella colurus</i> (Ehrenberg, 1830)	+	–	–	
<i>Conochilus uncinata</i> (Müller, 1773)	–	–	+	+
<i>C. hippocrepis</i> (Schrank, 1803)	+	+	+	+
<i>C. unicornis</i> Rousselet, 1892	–	–	+	–
<i>Conochiloides coenobasis</i> Skorikov, 1914	–	–	–	+
<i>Dicranophorus grandis</i> (Ehrenberg, 1834)	–	–	+	
<i>Eosphora najas</i> Ehrenberg, 1830	–	–	+	–
<i>Euchlanis dilatata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	+	+
<i>E. deflexa</i> Gosse, 1951	–	–	+	–
<i>E. incisa</i> Carlin, 1939	+	–	–	–
<i>E. lyra</i> Hudson, 1886	+	–	–	+
<i>Euchlanis lucksiana</i> Hauer, 1930; <b><i>Euchlanis dilatata lucksiana</i> Hauer, 1930</b>	–	+	–	–
<i>E. proxima</i> Myers, 1930; <b><i>Euchlanis meneta</i> Myers, 1930</b>	+	–	–	–
<i>E. triquetra</i> Ehrenberg, 1838	–	+	–	–
<i>Keratella cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+
<i>K. c. tecta</i> (Gosse, 1851)	–	–	–	+
<i>K. quadrata</i> (Müller, 1786)	+	+	–	+
<i>K. irregularis</i> (Lauterborn, 1898)	–	+	+	+
<i>K. i. wartmanni</i> (Asper et Hauscher, 1889)	–	–	+	+
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>ungulata</i> (Gosse, 1887)	–	+	–	–
<i>L. (M.) arcuata</i> (Bryce, 1891)	–	–	+	–
<i>L. (M.) bulla</i> (Gosse, 1886)	–	+	+	–
<i>L. (M.) closterocerca</i> (Schmarda, 1859)	+	+	+	+
<i>L. (M.) crenata</i> (Harring, 1913)	+	–	–	–
<i>L. (M.) hamata</i> (Stokes, 1896)	+	+	+	–
<i>L. (M.) quadridentata</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	+	–
<i>L. (M.) lunaris</i> (Ehrenberg, 1832)	–	+	–	–
<i>L. (M.) pyriformis</i> (Daday, 1905)	+	–	–	–
<i>L. (M.) stenroosi</i> (Meissner, 1908)	–	–	–	+
<i>Lepadella</i> (s.str.) <i>ovalis</i> (Müller, 1786)	–	–	+	–
<i>L. (s.str.) patella</i> (Müller, 1773)	+		+	–
<i>Lophocharis oxysternon</i> (Gosse, 1851)	–	+	–	–
<i>Mytilina mucronata</i> (Müller, 1773)	–	–	+	+
<i>M. ventralis</i> (Ehrenberg, 1832)	+	+	+	+
<i>Platylas quadricornis</i> (Ehrenberg, 1838)	+	–	–	+
<i>Polyarthra dolichoptera</i> Idelson, 1925	–	+	+	+
<i>P. major</i> Burckhardt, 1900	–	+	+	+
<i>P. euryptera</i> Wierzejski, 1891	–	–	–	+
<i>Pompholyx complanata</i> Gosse, 1851	+	–	+	+
<i>Postclausa hyptopus</i> (Ehrenberg, 1838); <b><i>Gastropus hyptopus</i> (Ehrenberg, 1838)</b>	–	–	–	+
<i>Rotaria</i> sp.	–	–	+	+
<i>Squatinella mutica</i> (Ehrenberg, 1832); <b><i>Squatinella lamellaris</i> (Müller, 1786)</b>	–	–	+	–
<i>S. rostrum</i> (Schmarda, 1846)	+	+	+	–
<i>S. tridentata</i> (Fresenius, 1858); <b><i>Squatinella lamellaris</i> (Müller, 1786)</b>	–	–	+	–

Таксоны	Годы			
	2009	2013	2014	2016
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	–	+	+	+
<i>Testudinella patina</i> (Hermann, 1783)	+	+	+	+
<i>Trichocerca (T.) elongata</i> (Gosse, 1886)	+	–	+	–
<i>T. (T.) rattus</i> (Müller, 1776)	+	–	+	–
<i>T. (T.) capucina</i> (Wierzejski et Zacharias, 1893)	–	+	+	+
<i>T. (Diurella) bidens</i> (Lucks, 1912)	+	–	–	–
<i>T. (D.) brachyura</i> (Gosse, 1851)	–	–	+	
<i>T. (D.) porcellus</i> (Gosse, 1886)	–	–		+
<i>T. (D.) similis</i> (Wierzejski, 1893)	–	+	+	+
<i>T. (D.) rousseleti</i> (Voigt, 1902)	–	–	–	+
<i>T. (D.) tenuior</i> (Gosse, 1886)	+	+	+	–
<i>T. (D.) weberi</i> (Jennings, 1903)	–	–	+	–
<b>Cladocera</b>				
<i>Acroperus angustatus</i> (Sars, 1863)	–	–	+	+
<i>A. harpae</i> (Baird, 1834)	+	+	–	+
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862	–	–	+	–
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	–	+	+	+
<i>Camptocercus lilljeborgi</i> Schoedler, 1862	–	+	+	–
<i>Ceriodaphnia pulchella</i> Sars, 1862	–	+	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i> (O.F. Müller, 1785)	+	+	+	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)	+	+	+	+
<i>Daphnia longispina</i> (O.F. Müller, 1776)	–	+	+	+
<i>D. cucullata</i> Sars, 1862	–	+	–	–
<i>Diaphanosoma brachyurum</i> (Lievin, 1848)	–	+	–	+
<i>Polyphaemus pediculus</i> (Linnaeus, 1761)	+	–	–	–
<i>Pleuroxus trigonellus</i> (O.F. Müller, 1785)	+	–	–	–
<i>Picripleuroxus laevis</i> (Sars, 1862)	–	–	+	–
<i>Scapholeberis mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	–	+
<i>Simocephalus serrulatus</i> (Koch, 1841)	+	+	+	–
<i>S. vetulus</i> (O.F. Müller, 1776)	–	–	+	+
<i>Sida crystallina</i> (O.F. Müller, 1776)	+	+	+	+
<b>Copepoda</b>				
<i>Acanthocyclops venustus</i> (Norman et Scot, 1906)	–	–	–	+
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	–	–	–	+
<i>Megacyclops viridis</i> (Jurine, 1820)	+	–	+	–
<i>Mesocyclops leuckartii</i> (Claus, 1857)	+	+	+	+
<i>Paracyclops fimbriatus</i> s. l.	–	+	–	–
<i>Thermocyclops oithonoides</i> (Sars, 1863)	–	+	–	+

В озере также отмечены и другие редко встречаемые виды коловраток: *Euchlanis proxima* Myers, 1930, *Squatinella mutica* (Ehrenberg, 1832), *S. rostrum* (Schmarda, 1846), *S. tridentata* (Fresenius, 1858) (рис. 3). Вид *Euchlanis proxima* был найден в 2009 г. и больше не попадался в пробах. Согласно литературным данным коловратка *E. proxima* найдена в Карелии (оз. Костомукшское и р. Кереть), и впервые отмечена для фауны России (Куликова, 2010). Этот вид еще обнаружен среди рдеста тонколистного в оз. Раифское Волжско-Камского заповедника (Мухортова, Унковская, 2008). Три вида рода *Squatinella* обитают в заросших водоемах и болотах (Кутикова, 1970; Пидгайко, 1984). В настоящее время *Squatinella mutica* обнаружена в оз. Долгое, расположенном в «окне» торфяного болота Волжско-Камского заповедника (Мухортова, Ун-

ковская, 2008), Ивановском болоте в Пензенской обл. (Стойко и др., 2016). Колевратка *Squatinella rostrum* обнаружена в прудах г. Самары (Мухортова, 2010) и г. Пензы (Стойко и др., 2016). Обитание этих видов в оз. Инорки свидетельствует о зарастании и заболачивании водоема.

В оба года исследования среднее число видов выше в пробах, взятых у берегов, но отличалось недостоверно, а средняя численность – достоверно выше в пелагиали озера, чем в прибрежной зоне ( $t = 8.82-11.38$ , при  $p < 0.05$ ) (рис. 4). Вызвано такое распределение значительным развитием планктонных холодолюбивых коловраток *Polyarthra dolichoptera*, *Keratella irregularis* и науплиев копепоид в открытой части озера. Возможно, низкие значения обилия в прибрежной части обусловлены большей затененностью этой зоны озера и присутствием рыб.



**Рис. 2.** Внешний вид, трофи и пищевые объекты хищных коловраток. 1 – *Asplanchnopus multiceps* (Schrank, 1793) (1а – латерально, 1б – трофи; пища из желудка: 1в, 1г – *Trichocerca* sp., 1д, 1е – *Euchlanis* sp., 1ж – пищевой комок из челюстей коловраток и водорослей, 1з – диатомовая водоросль), 2 – *Asplanchna girodi* Guerne, 1888 (2а – трофи; пища из желудка: 2б – *Trichocerca* sp.), 3 – *Asplanchna herricki* de Guerne, 1888 (3а – латерально, 3б – трофи; пища из желудка: 3в – *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851)).

**Fig. 2.** Appearance, trophy and food objects of predatory rotifers. 1 – *Asplanchnopus multiceps* (Schrank, 1793) (1а – lateral, 1б – trophy; food from the stomach: 1в, 1г – *Trichocerca* sp., 1д, 1е – *Euchlanis* sp. 1ж – food ball from the jaws of rotifers and algae, 1з – diatom), 2 – *Asplanchna girodi* Guerne, 1888 (2а – trophy; food from the stomach: 2б – *Trichocerca* sp.), 3 – *Asplanchna herricki* de Guerne, 1888 (3а – lateral, 3б – trophy and food from the stomach: 3в – *Keratella cochlearis* (Gosse, 1851)).

В исследуемом нами озере численность клadoцер низкая (рис. 5), в то время как в большинстве пойменных озер бассейна р. Чулым (приток р. Оби, Западная Сибирь) по числу видов преобладали коловратки и клadoцеры, а по численности доминировали ветвистоусые и веслоногие ракообразные (Кухарская, 2011). Пространственно в оз. Инорки ветвистоусые распределены неравномерно: в 2014 г. изменчивость численности по створам изменялась в пределах 16.5–133.3 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а в 2016 г. она больше – 3.4–199.5 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Возможно, низкая численность и изменчивость в распределении – следствие присутствия рыб-эврифагов, личинки которых питаются зоопланктоном. В таксономической структуре

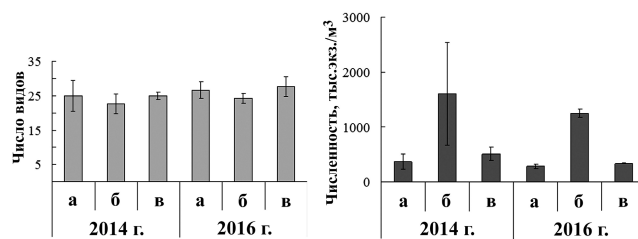
сообщества в оба года исследований наблюдалось повышение доли численности коловраток в открытой части озера «1б, 2б, 3б». В 2016 г. по сравнению с 2014 г. увеличилась доля личинок веслоногих раков. Можно предположить, что на таксономическую структуру в этот год повлияла низкая температура воды (максимум 22°C, в то время как в 2014 г. она была в пределах 24–27°C) и сообщество в момент взятия проб было на более ранних стадиях развития, из-за затянувшегося периода низких температур. В то же время в зоопланктонных сообществах старичных водоемов г. Пензы преобладали ювенильные стадии веслоногих ракообразных в течение всего весенне-летнего сезона (Беккер, 2007).



**Рис. 3.** Редко встречаемые виды коловраток: 1 – *Euchlanis proxima* Myers, 1930, 2 – *Trichocerca weberi* (Jennings, 1903) (2a – lateral, 2б, 2в – trophy), 3 – *Squatinella mutica* (Ehrenberg, 1832), 4 – *S. rostrum* (Schmarda, 1846), 5 – *S. tridentata* (Fresenius, 1858).

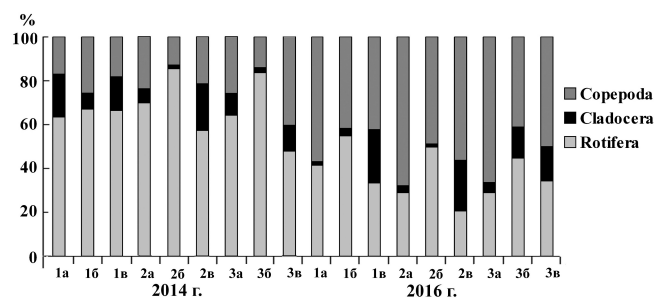
**Fig. 3.** Rare species of rotifers: 1 – *Euchlanis proxima* Myers, 1930, 2 – *Trichocerca weberi* (Jennings, 1903) (2a – lateral, 2б, 2в – trophy), 3 – *Squatinella mutica* (Ehrenberg, 1832), 4 – *S. rostrum* (Schmarda, 1846), 5 – *S. tridentata* (Fresenius, 1858).

Состав доминирующего комплекса зоопланктонного сообщества в озере не постоянен. В 2009 г. доминировала молодь циклопа *Thermocyclops oithonoides* (31%). В 2013 г. преобладали два вида коловраток – *Keratella irregularis* (60%) и *Polyarthra dolichoptera* (13% от общей численности зоопланктона). В 2014 г. число доминантов возросло, при этом основную долю на всех участках составляли *Polyarthra dolichoptera* (19–49%), *Conochilus unicornis* Rousset, 1892 (10–35%), *Keratella irregularis* (11–29%), *Mesocyclops leuckarti* (29%) и науплии (12–23%) веслоногих ракообразных. Редким доминантом в пробе «3а» оказался *Mesocyclops leuckarti*. Появление взрослых веслоногих ракообразных на этом прибрежном участке можно объяснить локальным ускоренным развитием вида. В 2016 г. на всем исследуемом пространстве основными доминантами были науплии (29–61%) копепод. Различия структуры доминирующего комплекса по годам подтвердил и анализ методом главных компонент. Зоопланктонные сообщества в 2014 и 2016 гг. отличались по



**Рис. 4.** Динамика числа видов и численности зоопланктона в оз. Инорки. Планки погрешностей – ошибка средней (n = 3).

**Fig. 4.** Dynamics of the number of species and abundance of zooplankton in Lake Inorki. The bars – average error (n = 3).

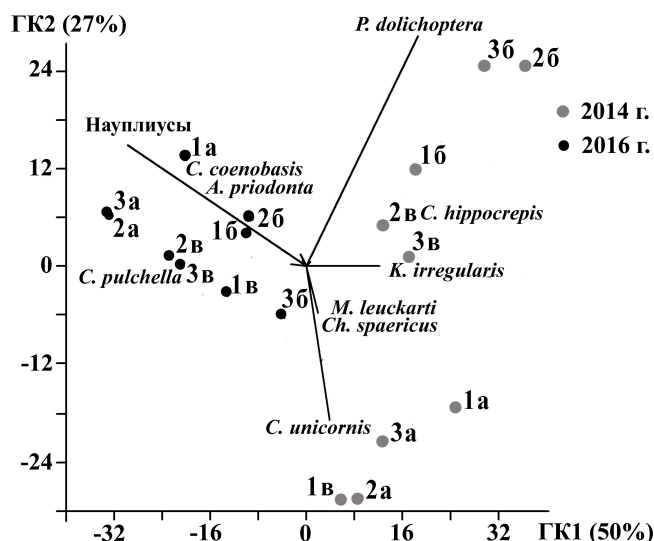


**Рис. 5.** Доля (%) таксономических групп в общей численности зоопланктона (обозначение станций – см. рис. 1).

**Fig. 5.** Percentage (%) of taxonomic groups of the total number of zooplankton (designations of stations – see Fig. 1).

первой оси (X, 50%), а в 2014 г. все зоопланктоценозы со стороны кордона (1а, 2а и 3а), а также с противоположного берега на первом створе (1в) – по второй оси (Y, 27%) (рис. 6). Различия по годам, скорее всего, связаны с более низкой температурой воды в 2016 г., которая повлияла на развитие копепод, замедлив их сезонный цикл. В 2014 г., когда температура воды была выше, увеличивается разнообразие доминирующих видов зоопланктона (в основном, коловраток) и пространственная разнородность. Эти особенности, возможно, связаны с большим развитием растительности в водоеме, появлением новых укрытий. Следует отметить, что все виды доминантных коловраток – вертикаторы, у которых корона выполняет две функции – движения и питания (Чуйков, 2000). Питаются они взвешенным мелкодисперсным детритом, бактерио- и фитопланктоном (Монаков, 1959, 1998). Следовательно, в водоеме много органических и минеральных веществ (особенно в 2014 г.), на которых развиваются бактерио- и фитопланктон, пища мелких коловраток-фильтраторов.





**Рис. 6.** Результаты ординации пространственно-временных вариантов сообществ зоопланктона методом главных компонент на основе относительных обилий доминирующих видов. GK1 – объясняет 50% общей дисперсии обилия, GK2 – объясняет 27% общей дисперсии обилия (обозначение станций – см. рис. 1).

**Fig. 6.** The ordination results of spatio-temporal variants of the zooplankton community using the principal component analysis based on the relative abundance of dominant species. GK1 – explains 50% of the total abundance variance, GK2 – 27% of the total abundance variance (designations of stations – see Fig. 1).

В исследуемые годы, а также по акватории отличалось соотношение экологических групп зоопланктона (табл. 2). В 2014 г. в основном преобладали вертикаторы, доля которых выше в пелагиали озера (78%), а вблизи берегов ниже (49 и 61%). Доля хватателей у берегов одинакова (22%) и немного выше, чем в центре (15%). В 2016 г. в озере доля хватателей, представленных науплиальными и копеподитными стадиями циклопид, которые способны использовать в качестве пищи естественную микрофлору, детрит, водоросли и простейших (Монаков, 1976), а также взрослых циклопов выше, чем вертикаторов. Доля хватателей многочисленнее у берегов (65 и 50%), а в пелагиали немного больше вертикаторов (38%).

В озере 71 вид принадлежит к индикаторам состояния водной среды (Sladecsek, 1973). Среди них большинство являются показателями чистой воды (олигосапробные – 43% и олиго-бетасапробные – 38%). В связи с этим оценить воды исследуемого участка по значениям индекса сапробности (Пантле и Букк) можно как олигосапробные (табл. 3). Индекс Шеннона (Андроникова, 1996), и коэффициент трофии (Мяэметс, 1980) учитывающие структурные параметры зоопланктонного сообщества, показывают на то, что озеро соответствует мезотрофному типу, а в 2014 г. открытая часть – эвтрофному.

**Таблица 2.** Трофическая структура (% численности) зоопланктона в оз. Инорки (обозначение станций см. рис. 1).

**Table 2.** Percentage (%) of trophic groups of the total number of zooplankton in Lake Inorki (designations of stations – see Fig. 1).

Трофическая группа	2014 г.			2016 г.		
	а	б	в	а	б	в
Вертикаторы	49	78	61	26	38	27
Фильтраторы первичные	4	2	4	2	7	17
Фильтраторы вторичные	16	1	6	1	0	4
Хвататели-всасыватели	9	5	6	6	12	2
Хвататели	22	15	22	65	44	50

**Таблица 3.** Показатели для оценки трофического типа и сапробности оз. Инорки

**Table 3.** Indicators for assessing the trophic type and saprobity of Lake Inorki

Годы	2014			2016		
	а	б	в	а	б	в
Станции взятия проб						
Индекс Пантле и Букк	1.30	1.40	1.36	1.41	1.41	1.45
Индекс Шеннона	2.17	1.93	2.04	2.37	2.33	2.30
Коэффициент трофии	0.51	1.15	0.46	0.75	1.07	0.97

*Примечание:* полужирным цветом выделены значения, соответствуют мезотрофному трофическому типу, серым цветом – эвтрофному и без выделения – олиготрофному.

### Заключение

Зоопланктонное сообщество оз. Инорки состоит из 93 видов и форм, по числу видов преобладают коловратки. В водоеме выявлены редкие для Среднего Поволжья виды коловраток: *Asplanchnopus multiceps*, *Euchlanis proxima*, *Squatinella mutica*, *S. rostrum*, *S. tridentata*, *Trichocerca weberi*. Они предпочитают водные объекты, в которых происходит зарастание и заболачивание.

В 2014 г. в озере преобладали по численности коловратки, а в 2016 г. – науплиальные стадии копепод. Средняя численность зоопланктона достоверно выше в пелагиали озера, чем в прибрежной зоне ( $t = 8.82-11.38$ , при  $p < 0.05$ ) и в основном здесь доминируют фильтрующие коловратки и ювенильные стадии веслоногих ракообразных. В озере постоянными обитателями являются коловратки вертикаторы. Как известно, питаются они взвешенным мелкодисперсным детритом, бактерио- и фитопланктоном (Монаков, 1959, 1998). В то же время в 2016 г. в озере выше доля хватателей, представленных науплиальными и копеподитными стадиями циклопид, которые также способны использовать в качестве пищи естественную микрофлору, детрит, водоросли и простейших (Монаков, 1976). Следовательно, в водоеме много органических и минеральных веществ (особенно в 2014 г.), на которых развиваются бактерио- и фитопланктон, пища мелких коловраток-фильтраторов и ювенильных стадий копепод.

В 2014 г., когда температура воды была выше, увеличилось разнообразие доминирующих видов зоопланктона и пространственная разнородность. Эти особенности, возможно, связаны с большим развитием растительности в водоеме, появлением новых укрытий. На таксономическую структуру в 2016 г. повлияла, возможно, низкая температура воды, сообщество в момент взятия проб было на более ранних стадиях развития. Структурные параметры зоопланктонного сообщества (индекс Шеннона и коэффициент трофии) позволяют оценить озеро, как мезотрофное.

### Литература

- Абакумов В.А. 1992. Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем. СПб: Гидрометеоздат. 318 с.
- Андроникова И.Н. 1996. Структурно-функциональная организация зоопланктона озерных экосистем разных трофических типов. СПб: Наука. 189 с.
- Артаев О.Н., Ручин А.Б. 2012. Рыбы Мордовского заповедника в середине XX века (по материалам картотеки) // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 10. С. 333–335.
- Артаев О.Н., Ручин А.Б. 2017. Рыбное население бассейна реки Мокши. Саранск. 248 с.
- Баянов Н.Г. 2016. История и задачи дальнейшего изучения озер в Мордовском заповеднике // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 17. С. 8–15.
- Баянов Н.Г., Макеев И.С., Фролова Е.А., Кравченко А.А. 2015. Планкто- и бентофауна водных объектов Мордовского заповедника и прилегающих территорий // Труды Мордовского государственного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 14. С. 35–60.
- Беккер Е.И. 2007. Видовой состав и структура зоопланктонного сообщества старичных водоемов г. Пензы // Известия ПГПУ. № 3(7). С. 256–263.
- Варгот Е.В. 2011. Растительный покров некоторых озер Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 9. С. 51–59.
- Варгот Е.В. 2014. Динамика растительного покрова некоторых озер Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 12. С. 279–288.
- Герасимов Ю.Л. 2009. Коловратки прудов урбанизированных территорий (г. Самара) // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 11(1). С. 171–176.
- Герасимов Ю.Л., Дюжева И.В. 2011. Коловратки и насекомые пойменного озера на территории национального парка «Самарская Лука» // Вестник Волжского университета им. В.Н. Тагичева. №12. С. 21–25.
- Ильин М.Ю. 2016. Состав и структура сообществ зоопланктона водных объектов особо охраняемых природных территорий (на примере Нижегородской области). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород. 27 с.
- Крылов А.В. 2014. Межгодовые изменения летнего зоопланктона пойменных озер р. Хопер // Поволжский экологический журнал. №2. С. 216–226.
- Кудрин И.А. 2016. Видовая структура и пространственное размещение зоопланктонных сообществ в условиях антропогенного воздействия (на примере Чебоксарского водохранилища и его притоков). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Нижний Новгород. 25 с.
- Куликова Т.П. 2010. Зоопланктон водных объектов бассейна Белого моря. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. 325 с.
- Кутикова Л.А. 1970. Коловратки фауны СССР. Л.: Наука. 744 с.
- Кухарская Е.В. 2011. Зоопланктон р. Чулым. Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск. 20 с.
- Методы биологического анализа пресных вод. Л.: Зоол. ин-т АН СССР, 1976. 168 с.

- Монаков А.В. 1959. Основные черты биологии циклопов *Acanthocyclops viridis* (Jur) и *Mesocyclops leukarti* Claus (Сорепода, Cyclopoidea). Автореф. дис. ... канд. биол. наук. М. 15 с.
- Монаков А.В. 1976. Питание и пищевые взаимоотношения пресноводных копепоид. Л.: Наука. 170 с.
- Монаков А.В. 1998. Питание пресноводных беспозвоночных. М.: Россельхозакадемия. 319 с.
- Мухортова О.В. 2010. Таксономический состав зоопланктона в прудах г. Самары // Самарская Лука: проблемы региональной и глобальной экологии. Т. 19(1). С. 88–102.
- Мухортова О.В., Унковская Е.Н. 2008. Современное состояние таксономического состава коловраток в озерах Раифское и Долгое Волжско-Камского заповедника // Самарская Лука. Т. 17(4). С. 872–880.
- Мязметс А.Х. 1980. Изменения зоопланктона // Антропогенное воздействие на малые озера. Л.: Наука. С. 54–64.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т. 1: Зоопланктон. М.-СПб.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.
- Попов А.И. 2007. Некоторые данные по видовому составу и структуре зоопланктона Саратовского водохранилища // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. Т. 9(4). С. 1013–1019.
- Пидгайко М.Л. 1984. Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. М.: Наука. 208 с.
- Сабитова Р.З., Сажнев А.С. 2017. Зоопланктон разнотипных водных объектов Мордовского заповедника. Сообщение 1 // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 19. С. 182–188.
- Сенкевич В.А., Стойко Т.Г. 2015. Зоопланктонное сообщество озера Инорки (Мордовский заповедник им. П.Г. Смидовича) // Особо охраняемые природные территории: прошлое, настоящее, будущее. Саратов-Хвалынский: «Амирит». Вып. 7. С. 188–194.
- Стойко Т.Г., Бурдова В.А., Мазей Ю.А. 2014. Гидробионты озера Инорки (Мордовский заповедник) // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 12. С. 357–364.
- Стойко Т.Г., Мазей Ю.А., Сенкевич В.А. 2016. Планктонные коловратки Пензенских водоемов. Пенза: Изд-во ПГУ. 166 с.
- Чуйков Ю.С. 2000. Материалы к кадастру планктонных беспозвоночных бассейна Волги и Северного Каспия. Коловратки (Rotatoria). Тольятти: ИЭВБ РАН. 196 с.
- Чухманов С.В., Трибушко В.С. 2006. Гидрографические и гидрологические исследования природного комплекса оз. Инорки Мордовского государственного природного заповедника им. П.Г. Смидовича // Труды Мордовского государственного природного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 7. С. 288–304.
- Gliwicz Z.M. 2003. Between Hazards of Starvation and Risk of Predation: The Ecology of Offshore Animals // Excellence in Ecology / O. Kinne (Ed.). Vol. 12. Oldendorf/Luhe: International Ecology Institute. 379 p.
- Hammer Ø, Harper D.A.T., Ryan P.D. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis // Palaeontologica electronica. Vol. 4. Iss. 1. Art. 4. 9 pp.
- Joniak T., Kuczyńska-Kippen N. 2016. Habitat features and zooplankton community structure of oxbows in the limnophase: reference to transitional phase between flooding and stabilization // Limnetica. Vol. 35(1) P. 37–48. DOI: 10.23818/limn.35.03
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems // Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences. Vol. 106. P. 110–127.
- Karpowicz M. 2014. Influence of Eutrophic Lowland Reservoir on Crustacean Zooplankton Assemblages in River Valley Oxbow Lakes // Polish Journal of Environmental Studies. Vol. 23(6). P. 2055–2061.
- Napiórkowski P. 2009. Influence of hydrological conditions on zooplankton of oxbow lakes (old riverbeds) of the Lower Vistula in the city of Toruń // Limnological papers. Vol. 4. P. 55–67. DOI: 10.2478/v10232-011-0027-7
- Pantle E., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas und Wasserfach. Vol. 96(18). P. 1–604.
- Pasztaleniec A., Karpowicz M., Strzałek M. 2013. The influence of habitat conditions on the plankton in the Białe oxbow lake (Nadbu'za'nski Landscape Park) // Limnological Review. Vol. 13(1). P. 43–50. DOI 10.2478/limre-2013-0005
- Radwan S., Bielanska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J. 2004. Wrotki Rotifera. Fauna słodkowodna Polski. Część ogólna, Monogononta – część systematyczna. Univ. Łódzki: Oficyna Wydawnicza Tercja. Vol. 32. P. 1–146.
- Segers H. 2002. The nomenclature of the Rotifera: annotated checklist of valid family- and genus-group names // Journal of Natural History. Vol. 36. P. 631–640.
- Segers H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution // Zootaxa. Vol. 1564. P. 1–104.
- Sladeczek V. 1973. System of Water Quality from the Biological Point of View // Archiv für Hydrobiologie. Beiheft Ergebnisse der Limnologie. №7. P. 1–217.
- Sladeczek V. 1993. Rotifer as indicators of water quality // Hydrobiologia. Vol. 100(2). P. 169–201.
- The Plant List. 2013. Version 1.1. Available from from <http://www.theplantlist.org/>. Retrieved 26 February 2018.
- Tockner K., Malard F., Ward J. 2000. An extension of the flood pulse concept // Hydrological Process. Vol. 14. P. 2861–2883. DOI: 10.1002/1099-1085(200011/12)14:16/17<2861::AID-HYP124>3.0.CO;2-F

## References

- Abakumov V.A. 1992. *Manual on hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems*. Saint Petersburg: Gidrometeoizdat. 318 p. [In Russian]
- Andronikova I.N. 1996. *Structural-functional organization of zooplankton in lake ecosystems of different trophic types*. Saint Petersburg: Nauka. 189 p. [In Russian]
- Artaev O.N., Ruchin A.B. 2012. Fishes of the Mordovia State Nature Reserve in the middle of the XX century

- (on materials of database). *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 10: 333–335. [In Russian]
- Artaev O.N., Ruchin A.B. 2017. *Fish population of the Moksha river*. Saransk. 248 p. [In Russian]
- Bayanov N.G. 2016. History and the task of further study of lakes in Mordovia Reserve. *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 17: 8–15. [In Russian]
- Bayanov N.G., Makeev I.S., Frolova E.A., Kravchenko A.A. 2015. Plankto- and bentofauna of water bodies of the Mordovia Reserve and adjacent territories. *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 14: 35–60. [In Russian]
- Bekker E.I. 2007. Species composition and structure of the zooplankton community in oxbow ponds, Penza. *Izvestiya PGPU* 3(7): 256–263. [In Russian]
- Chukhmanov S.V., Tribushko V.S. 2006. Hydrographical and hydrological investigations of a natural complex of the lake Inorki in the Mordovia State Nature Reserve. *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 7: 288–304. [In Russian]
- Chuykov Yu.S. 2000. *Materials to the inventory of planktonic invertebrates of the Volga basin and the Northern Caspian region. Rotifers (Rotatoria)*. Togliatti: IEVB RAS. 196 p. [In Russian]
- Determinant of zooplankton and zoobenthos of fresh water bodies of European Russia. Vol. 1: The zooplankton. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 2010. 495 p. [In Russian]
- Gerasimov Yu.L. 2009. Rotifers of the ponds of urbanized areas (Samara, Russia). *Proceedings of the Samara scientific center, Russian Academy of Sciences* 11 (1): 171–176. [In Russian]
- Gerasimov Yu.L., Dyuzheva I.V. 2011. Rotifers and insects of a floodplain lake in the National Park «Samarskaya Luka». *Bulletin of the V.N. Tatishchev Volga University* 12: 21–25. [In Russian]
- Gliwicz Z.M. 2003. Between Hazards of Starvation and Risk of Predation: The Ecology of Offshore Animals. In: O. Kinne (Ed.): *Excellence in Ecology*. Vol. 12. Oldendorf/Luhe: International Ecology Institute. 379 p.
- Hammer Ø, Harper DAT., Ryan PD. 2001. PAST: Palaeontological statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologica electronica* 4: 1–9.
- Ilijin M.Yu. 2016. *Composition and community structure of zooplankton in water bodies of the specially protected natural territories (on the example of Nizhny Novgorod region)*. PhD Thesis abstract. Nizhny Novgorod. 27 p. [In Russian]
- Joniak T., Kuczyńska-Kippen N. 2016. Habitat features and zooplankton community structure of oxbows in the limnophase: reference to transitional phase between flooding and stabilization. *Limnetica* 35(1): 37–48. DOI: 10.23818/limn.35.03
- Junk W.J., Bayley P.B., Sparks R.E. 1989. The flood pulse concept in river-floodplain systems. *Canadian Special Publication of Fisheries and Aquatic Sciences* 106: 110–127.
- Karpowicz M. 2014. Influence of Eutrophic Lowland Reservoir on Crustacean Zooplankton Assemblages in River Valley Oxbow Lakes. *Polish Journal of Environmental Studies* 23(6): 2055–2061.
- Krylov A.V. 2014. Interannual variation of summer zooplankton of floodplain lakes of the river Koper. *Povolzhskiy Journal of Ecology* 2: 216–226.
- Kudrin I.A. 2016. *Species structure and spatial distribution of zooplankton communities in conditions of anthropogenic impact (on example of the Cheboksary reservoir and its tributaries)*. PhD Thesis abstract. Nizhny Novgorod. 25 p. [In Russian]
- Kukharskaya E.V. 2011. *Zooplankton of the Chulym river*. Phd thesis abstract. Tomsk. 20 p. [In Russian]
- Kulikova T.P. 2010. *The zooplankton of water bodies in the basin of the White Sea*. Petrozavodsk: Karelian Research Centre of RAS. 325 p. [In Russian]
- Kutikova L.A. 1970. *Rotifers of the USSR fauna*. Leningrad: Nauka. 744 p. [In Russian]
- Mäemets A.H. 1980. Changes of zooplankton. In: *Anthropogenic impact on small lakes*. Leningrad: Nauka. P. 54–64. [In Russian]
- Methods of biological analysis of freshwater. Leningrad: Zoological Institute of USSR AS, 1976. 168 p. [In Russian]
- Monakov A.V. 1959. *The main features of the biology of Cyclops Acanthocyclops viridis (Jur) and Mesocyclops leukarti Claus (Copepoda, Cyclopoida)*. PhD Thesis abstract. Moscow 15 p. [In Russian]
- Monakov A.V. 1976. *Food and feeding relationships of freshwater copepods*. Leningrad: Nauka. 170 p. [In Russian]
- Monakov A.V. 1998. *Nutrition of freshwater invertebrates*. Moscow: Russian Academy of Agricultural Sciences. 319 p. [In Russian]
- Mukhortova O.V. 2010. The taxonomic composition of zooplankton in ponds. Samara. *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology* 19(1): 88–102. [In Russian]
- Mukhortova O.V., Unkovskaya E.N. 2008. Modern state of the taxonomic composition of rotifers in Raifskoe lake and Dolgoe lake of the Volga-Kama Reserve. *Samarskaya Luka: problems of regional and global ecology* 17(4): 872–880. [In Russian]
- Napiórkowski P. 2009. Influence of hydrological conditions on zooplankton of oxbow lakes (old riverbeds) of the Lower Vistula in the city of Toruń. *Limnological papers* 4: 55–67. DOI: 10.2478/v10232-011-0027-7
- Pantle E., Buck H. 1955. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach* 96(18): 1–604.
- Pasztaleniec A., Karpowicz M., Strzałek M. 2013. The influence of habitat conditions on the plankton in the Białe oxbow lake (Nadbużański Landscape Park). *Limnological Review* 13(1): 43–50. DOI 10.2478/limre-2013-0005
- Pidgayko M.L. 1984. *Zooplankton of reservoirs of the European part of the USSR*. Moscow: Nauka. 208 p. [In Russian]
- Popov A.I. 2007. Some data on species composition and structure of zooplankton of the Saratov reservoir. *Proceedings of the Samara scientific centre of RAS* 9(4): 1013–1019. [In Russian]

- Radwan S., Bielanska-Grajner I., Ejsmont-Karabin J. 2004. *Wrotki Rotifera. Fauna słodkowodna Polski. Część ogólna, Monogononta – część systematyczna*. Uniw. Łódzki: Oficyna Wydawnicza Tercja. Vol. 32. P. 1–146.
- Sabitova R.Z., Sazhnev A.S. 2017. The zooplankton of different types of water bodies of the Mordovia State Nature Reserve. Report 1. *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 19: 182–188. [In Russian]
- Segers H. 2002. The nomenclature of the Rotifera: annotated checklist of valid family- and genus-group names. *Journal of Natural History* 36: 631–640.
- Segers H. 2007. Annotated checklist of the rotifers (Phylum Rotifera), with notes on nomenclature, taxonomy and distribution. *Zootaxa* 1564: 1–104.
- Senkevich V.A., Stojko T.G. 2015. Zooplankton community of lake of Inorki (Mordovia State Nature Reserve). In: *Protected areas: past, present, and future*. Vol. 7. Saratov; Khvalynsk: «Amirit» P. 188–194. [In Russian]
- Sladeczek V. 1973. System of Water Quality from the Biological Point of View. *Archiv für Hydrobiologie. Beiheft Ergebnisse der Limnologie* 7: 1–217.
- Sladeczek V. 1993. Rotifer as indicators of water quality. *Hydrobiologia* 100(2): 169–201.
- Stojko T.G., Burdova V.A., Mazei Yu.A. 2014. Hydrobionts of the lake of Inorki (Mordovian nature reserve). *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 12: 357–364. [In Russian]
- Stojko T.G., Mazei Yu.A., Senkevich V.A. 2016. *Planktonic rotifers of the Penza reservoirs*. Penza: Publisher of the Penza State University. 166 p. [In Russian]
- The Plant List. 2013. Version 1.1. Available from <http://www.theplantlist.org/>. Retrieved 26 February 2018.
- Tockner K., Malard F., Ward J. 2000. An extension of the flood pulse concept. *Hydrological Process* 14: 2861–2883. DOI: 10.1002/1099-1085(200011/12)14:16/17<2861::AID-HYP124>3.0.CO;2-F
- Vargot E.V. 2011. Vegetation of some lakes of the Mordovia State Nature Reserve. *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 9: 51–59. [In Russian]
- Vargot E.V. 2014. Vegetation dynamics of some lakes of the Mordovia State Nature Reserve. *Proceedings of Mordovia State Nature Reserve* 12: 279–288. [In Russian]

## SPECIES COMPOSITION AND SPATIAL STRUCTURE OF THE ZOOPLANKTON COMMUNITY IN LAKE INORKI (MORDOVIA STATE NATURE RESERVE, RUSSIA)

**Tamara G. Stojko, Victoria A. Senkevich**

*Penza State University, Russia*  
*e-mail: tgstojko@mail.ru, viktoriya0606@mail.ru*

The present study is devoted to the study of species diversity and spatial distribution of the structural parameters of zooplankton community in the lake-oxbow Inorki in 2014 and 2016. The lake is in the middle right-bank floodplain of the River Moksha. The area of the lake is 0.209 km<sup>2</sup>, the maximum length is about 3.7 km, the average width is about 95 m and the depth is 3.5–5.5 m. The riparian part of the lake is steep. And at a distance of 1–2 m from the shore the depths reach 1.5 m in most places. Zooplankton samples were taken on three stems (one in the centre, at a depth of >200 cm, and each shore, at a depth of 80 cm) in three sections from the boats early July 2014 (water temperature: 24–27°C) and 2016 (water temperature: 21.5–22°C) and treated by conventional methods. By compiling the list of zooplankton species, in Lake Inorki we have obtained the data of the three samples in June 2009 (54.7265° N; 43.1523° E) and five samples early July 2013. We have detected 93 species and forms of zooplankton. There are rotifer species of the Middle Volga region: *Asplanchnopus multiceps*, *Euchlanis proxima*, *Squatinella mutica*, *S. rostrum*, *S. tridentata*, *Trichocerca weberi* which prefer the overgrown and waterlogged water bodies. 11 species in Lake Inorki have been registered in all years of study: *Asplanchna priodonta*, *Conochilus hippocrepis*, *Keratella cochlearis*, *Lecane closterocerca*, *Mytilina ventralis*, *Synchaeta pectinata*, *Testudinella patina*, *Chydorus sphaericus*, *Graptoleberis testudinaria*, *Sida crystallina*, *Mesocyclops leuckarti*. The average abundance of zooplankton is significantly higher in the pelagic part of the lake than in its coastal zone ( $t = 8.82–11.38$ , at  $p < 0.05$ ). The taxonomic structure of zooplankton community showed differences. So, in 2014 rotifers dominated, while in 2016 the abundance of naupliar stages copepod was the highest. Perhaps, at the time of sampling in 2016, the zooplankton community was at the earlier stage of seasonal dynamics due to low water temperature. This year there was a smaller number of dominant species and a high spatial homogeneity. The ratio of ecological zooplankton groups was different through the years and parts of sampling. In 2014 verticators mainly dominated. Moreover, their percentage was the highest (78%) in the open part of the lake. In 2016 apart from filter-feeders, the zooplankton community was presented by a high proportion of grabbers, nauplii and Copepods larvae: their proportions were 65% and 50% near the lake shores and 44% in the centre of the lake. The state of Lake Inorki has been estimated as mesotrophic according to the Shannon index and the trophy coefficient.

**Key words:** biodiversity, nature reserve, zooplankton, oxbow, lake, structure