

## ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА ЕНДОВИЩЕ

Н.Г. Баянов

ФГБУ Государственный природный биосферный заповедник «Керженский», Россия  
e-mail: bayanovng@mail.ru

Изучение озера Ендовище, расположенного в черте г. Темникова Республики Мордовия, выявило нахождение водоёма на стадии эвтрофии. Озеро характеризуется малыми глубинами и водами малой минерализации с кислой реакцией среды. Содержание кислорода в летний период вполне благоприятно для развития гидробионтов, однако, в течение лета происходит ухудшение кислородного режима. В составе зоопланктона обнаружен 41 вид. Наиболее массовой группой являются коловратки, среди которых доминирует американский вселенец *Kellicottia bostoniensis*. Из-за появления в фауне озера видов-вселенцев исконные биоценозы озера нарушены. Необходимо дальнейшее сохранение природоохранного статуса водоёма, а также организация регулярного слежения за его состоянием.

**Ключевые слова:** биологические инвазии, зоопланктон, карстовые озёра, Мордовия, охрана природы, ООПТ, *Kellicottia bostoniensis*

### Введение

Геологический памятник природы регионального значения Республики Мордовия карстовый провал «Ендовище» площадью 2.3 га расположен на восточной окраине г. Темникова. Под охраной находятся: карстовая воронка и карстовый водоём, виды растений и животных. В связи с нахождением в черте города памятник природы имеет рекреационное, образовательное и воспитательное значение.

Водоём в центре провала – оз. Ендовище. Название озера происходит от старинного русского слова «ендова» или «яндова» – круглая чаша без ручек. Окончание «ище» характерно для русского языка при образовании слов, обозначающих что-то большое, из ряда вон выходящее. Название «Ендовище» очень точно характеризует форму озера. Оно расположено в огромной, почти правильной круглой формы впадине, с довольно крутыми склонами.

Первым описание озера выполнил в 1876 г. учитель темниковской гимназии Н.С. Рейтаров: «Вероятно, вследствие отдаленного геологического переворота, образовался провал, в глубину по отвесу до 20 сажен (около 43 м – Н.Б.). На дне воронки находится озеро, края которого поросли камышом и осокою. Вода провала очень щелочна, скоро выбеливает полотна и бельё; делает у моющих морщины на руках, как бы от искусственного зольного щелока. Поверхность воды — цвета воронёной стали, защищенная высокими отлогостями, всегда спокойна и лишь изредка покрывается рябью. У края озеро мелко, песчано; середина же очень глубока; повышение и понижение уровня воды не замечается. Неизвестно, есть ли в нём рыба, но конских пиявок множество. Вся окрестность понижается к провалу. Верхний слой окрестной почвы – красная глина, употребляемая для выделки хороших кирпичей» (цит. по: Рыжиков, 2010).

В 1976 г. исследованием провала занимался преподаватель Темниковского сельскохозяйственного техникума кандидат географических наук А.И. Рыжиков, который с группой студентов землеустроительного отделения выполнил

промеры как всего провала, так и озера, а также предложил меры по их сохранению. По результатам теодолитной съемки А.И. Рыжиковым был вычерчен план всей котловины и отдельно, в масштабе 1:1000 – план самого озера, на котором видно наличие двух небольших воронок глубина которых составляла около 4 м (несколько более глубокая северо-западная воронка – 4.25 м). Площадь провала – 11.99 га, площадь водоёма – 1.95 га (Рыжиков, 2010). Воронка провала слегка вытянута с запада на восток, наибольший её диаметр – 395 м, глубина – 18 м, но первоначальная глубина, как утверждает В.А. Рыжиков (2010), была не менее 50 м. Склоны северной и западной экспозиций прорезаны оврагами. Возраст провальной воронки – 300–400 лет<sup>1</sup>.



Рис. 1. Озеро Ендовище. 2013 год.

В 1982 г. обследование озера было проведено В.И. Астрадамовым. Площадь зеркала воды составляла чуть более 2 га, глубина – до 440 см. В озере было зарегистрировано несколько активно действующих родников (<https://ribalka-snasti.ru/vse-stati/indovishhe-ozero.html>). Детальная карта глубин оз. Ендовище составлена О.Н. Артаевым, О.Г. Гришуткиным и Е.В. Варгот (Артаев и др., 2013).

А.И. Рыжиков (2010) указывает на несомненно карстовое происхождение озёрной впадины и всего провала: подземные воды растворили известняки, лежащие на глубине около 60–100 м. Он же отмечает, что озеро переживает период эвтрофикации, постепенно зарастает (в основном кубышкой жёлтой) и мелет. Вода в нём мутная. Из рыб доминируют ротан и голян озёрный, обычны – карась серебряный, окунь и верховка. Согласно данным О.Н. Артаева (Артаев и др., 2013) в настоящее время в озере обитает 3 вида рыб: озерный голян (97.02 % численности), ротан (2.04 %) и серебряный карась (0.94 %), т.е. ихтиофауна озера представлена интродуцентами, появившимися в регионе в течение XX в.

Грунты на дне песчаные, с небольшим слоем осадка – до 5–10 см. Вода зеленовато-коричневая, прозрачная. По берегам и мелководьям озера в западной части образуются заросли тростника южного с участием манника большого и схеноплектуса озёрного. Детальное описание высшей водной растительности

<sup>1</sup> «Природные ведомости», № 8 (58), 28 ноября 2014 г.

оз. Ендовище выполнено Е.В. Варгот (Артаев и др., 2013). По всему периметру озера на мелководьях встречаются стрелолист обыкновенный, манник плавающий, осока острая, камыш лесной, хвощ речной, лютики ползучий и ядовитый. В воде по мелководьям образуются заросли элодеи канадской. Также отмечены нитчатые зелёные водоросли, рдест блестящий и куртинки водокраса лягушачьего на поверхности воды. В западной половине озера образуется небольшое сообщество кубышки жёлтой.

*Цели работы:*

1. Определить основные гидролого-гидрохимические черты водоёма.
2. Выявить видовой состав организмов зоопланктона в основных биотопах: открытой водной толще (пелагиаль) и среди зарослей высшей водной растительности (литораль).
3. Проследить сезонную (в летний период) динамику развития зоопланктона.
4. На основании гидролого-гидрохимических и гидробиологических показателей оценить экологическое состояние и трофический статус озера Ендовище.

### **Материал и методы**

Исследовательские работы на озере производились с мая по август с частотой раз в месяц. Слежение осуществлялось за следующими показателями: уровень воды, температура, прозрачность, величина рН (водородный показатель), общая минерализация (выраженная через электропроводность), состав и структура зоопланктона основных биотопов водоёма.

Уровень воды регистрировался по рейке-уровнемеру. Температура и содержание кислорода в столбе воды на разных глубинах определялись термооксиметром «Марк 302Э». Прозрачность воды замерялась диском Секки. Определение рН и Eh производилось портативным электронным многопараметровый анализатором рН/ОВП-метром «Hanna HI98130 Combo». Замеры электропроводности – кондуктометром «Dist 3». Отбор проб зоопланктона производился раз в месяц с мая по август малой количественной сетью Джеди (газ №64, капрон) в центре озера и на мелководье среди зарослей высшей водной растительности. Обработка проб велась согласно Методическим рекомендациям... (1984) с использованием современного определителя фауны (Алексеев, Цалолихин, 2010).

### **Результаты и их обсуждение**

Данные по температурному и кислородному режиму, водородному показателю, окислительно-восстановительному потенциалу, прозрачности вод озера Ендовище представлены в таблице 1. В силу мелководности оз. Ендовище в течение летнего периода довольно хорошо прогревается. Слой холодного гипolimниона в нём отсутствует. Температура верхних горизонтов до 2.5 метровых глубин летом превышает 20°C. Заметное снижение температуры происходит лишь в самых придонных горизонтах – 3.5–4.0 м, но с началом осеннего пере-

мешивания в августе тёплые воды распространяются до дна (табл.1), что способствует развитию процессов разложения накопившегося органического вещества. Следствие этого – снижение концентрации кислорода во всей водной толще в этот период.

В распределении кислорода хорошо выражена вертикальная неоднородность. Верхние слои от поверхности до глубины 2.5 м в мае и до 2.0 м в летние месяцы хорошо насыщены кислородом, в отдельные периоды даже пересыщены – 110–125%, что свидетельствует об интенсивно идущих продукционных процессах. На глубинах 3.5–4.0 м, а в середине лета и на глубине 3.0 м имеет место дефицит кислорода (2.0–5.0 % насыщения).

Воды озера Ендовище малой прозрачности. В летнее время прозрачность 0.9–1.3 м по диску Секки. Более высокая прозрачность зафиксирована в мае (2.2 м) когда ещё сохраняется чистота снежных талых вод, поступающих в котловину озера с водосбора и являющихся, вероятно, основным источником водного питания озера. С наступлением лета и прогревом вод происходит снижение прозрачности, обусловленное бурным развитием населяющих воду планктонных микроорганизмов. Воды озера не характеризуются высокой цветностью; лишь в летнее время бурно развивающийся фитопланктон придаёт им зеленоватую окраску.

Уровень воды в течение летнего периода 2014 г. в озере непрерывно понижался, причём довольно равномерно: с 22 июня по 27 июля – на 13 см, к 24 августа – ещё на 11 см. В 2014 г. в течение летнего периода уровень воды в озере непрерывно понижался, причём довольно равномерно: с 22 июня по 27 июля – на 13 см, к 24 августа – ещё на 11 см. Исходя из этих цифр, можно предположить, что общее понижение уровня воды в оз. Ендовище в целом за безледный период составляет около полуметра. Заметим, что показатели количества выпавших летом 2014 г. осадков были близкими к средним многолетним.

Судя по водородному показателю (табл. 1), воды оз. Ендовище слабокислые: величина рН поверхностного слоя колеблется в пределах 6.0–6.4. Воды глубоких горизонтов более кислые: водородный показатель у дна достигает 4.6 ед. Таким образом, с годами в связи с заилением и перекрытием иловыми отложениями известковых пород, прекращением контакта последних с водной толщей, произошло изменение активной реакции среды оз. Ендовище от щелочной, отмечаемой в конце XIX века Н.С. Рейтаровым, к кислой.

Таким образом, с годами произошло заиление и перекрытие иловыми отложениями известковых пород, прекращение контакта последних с водной толщей и, как следствие, изменение активной реакции среды оз. Ендовище от щелочной, отмечаемой в конце XIX века Н.С. Рейтаровым, к кислой.

Исходя из данных по электропроводности вод оз. Ендовище (табл. 1) и взаимозависимости показателей электропроводности и минерализации, выявленной Т.В. Кривдиной и В.В. Логиновым (2015) для маломинерализованных вод, общая минерализация поверхностных вод оз. Ендовище находится в пределах 30–40 мг/дм<sup>3</sup>. С глубиной электропроводность возрастает до 150–200 мкСм/см, а содержание солей достигает 110 мг/дм<sup>3</sup>.

Величина редокс-потенциала озёрных вод довольно высока и не опускается ниже 43 мВ. Прослеживается прямая связь роста окислительно-восстановительного потенциала и содержания кислорода, что особенно ярко выражено в середине лета – в период наибольшего расслоения водной толщи (табл. 1).

**Таблица 1.** Динамика прозрачности, уровня воды и вертикальное распределение температуры (t), кислорода (O<sub>2</sub>), водородного показателя (pH), редокс-потенциала (Eh) и электропроводности (Cond.) в водной толще озера Ендовице

17 мая 2014 г. Прозрачность – 2.2 м						
H, м	t, °C	O <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	pH, ед.	Eh, мВ	Cond., мкСм/см
0.0	21.0	110.6	9.87	6.02	113	77
0.5	20.7	108.5	9.67	–	–	–
1.0	19.9	96.7	8.76	–	–	–
1.5	17.6	115.7	11.14	–	–	–
2.0	14.8	128.7	13.05	–	–	–
2.5	13.1	112.6	11.80	–	–	–
3.0	11.6	10.5	1.11	–	–	–
3.5	10.1	3.2	0.36	–	–	–
4.0	9.2	1.6	0.18	–	–	–
22 июня 2014 г. Прозрачность 1.3 м. Уровень: 0 см.						
H, м	t, °C	O <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	pH, ед.	Eh, мВ	Cond., мкСм/см
0.0	19.0	90.4	8.43	6.00	96	79
0.5	18.8	93.2	8.63	–	–	–
1.0	18.7	91.3	8.68	5.82	103	78
1.5	18.6	80.5	7.46	–	–	–
2.0	18.5	75.5	7.03	5.38	116	77
2.5	17.8	14.0	1.40	–	–	–
3.0	16.4	6.5	0.60	–	–	–
3.5	12.9	5.4	0.56	4.93	43	122
27 июля 2014 г. Прозрачность: 1.2 м. Уровень: -13 см.						
H, м	t, °C	O <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	pH, ед.	Eh, мВ	Cond., мкСм/см
0.0	23.5	121.7	10.38	6.36	301	83
0.5	23.5	124.0	10.54	–	–	–
1.0	23.5	123.0	10.49	5.82	326	80
1.5	22.5	116.5	10.08	–	–	–
2.0	21.9	96.8	8.44	4.90	246	74
2.5	20.1	7.6	0.62	–	–	–
3.0	16.2	3.2	0.37	4.75	221	106
3.5	14.5	2.6	0.25	4.58	130	149
24 августа 2014 г. Прозрачность 0.9 м. Уровень: -24 см.						
H, м	t, °C	O <sub>2</sub> , %	O <sub>2</sub> , мг/м <sup>3</sup>	pH, ед.	Eh, мВ	Cond., мкСм/см
0.0	22.8	76.8	6.63	5.63	309	75
0.5	22.6	76.6	6.64	–	–	–
1.0	22.0	74.9	6.54	5.75	235	70
1.5	21.6	68.5	6.00	–	–	–
2.0	21.4	62.2	5.50	5.70	216	76
2.5	21.0	6.8	0.61	–	–	–
3.0	18.1	1.9	0.18	5.55	75	200

В составе зоопланктона оз. Ендовице выявлен 41 вид, из них почти половину составляют коловратки (20 видов) – Rotifera. В озере обнаружены две морфы коловратки *Brachionus quadridentatus*: *B. q. quadridentatus* и

*B. q. cluniorbicularis*. Ветвистоусых рачков (Cladocera) насчитывается 14 видов. Веслоногих ракообразных (Copepoda) – 7. Встречаемость видов по основным биотопам озера представлена в табл. 2.

Таблица 2. Встречаемость видов зоопланктона оз. Ендовище по биотопам

Виды	Пелагиаль	Литораль
<i>Rotifera</i>		
<i>Ascomorpha</i> sp.	+	+
<i>Asplanchna priodonta</i>	+	+
<i>Bipalpus hudsoni</i>	+	–
<i>Brachionus quadridentatus cluniorbicularis</i>	+	+
<i>B. q. quadridentatus</i>	+	+
<i>Conochilus unicornis</i>	+	+
<i>Euchlanis lyra</i>	–	+
<i>Gastropus stylifer</i>	–	+
<i>Filinia longiseta</i>	+	–
<i>Kellicottia bostoniensis</i>	+	+
<i>Keratella cochlearis</i>	+	+
<i>K. quadrata</i>	+	+
<i>Lecane luna</i>	+	+
<i>L. lunaris</i>	+	+
<i>Mytilina mucronata</i>	–	+
<i>Platylabus quadricornis</i>	–	+
<i>Polyarthra vulgaris</i>	+	+
<i>Synchaeta</i> sp.	–	+
<i>Testudinella</i> sp.	–	+
<i>Trichocerca capucina</i>	+	+
<i>T. cylindrica</i>	+	+
<i>Cladocera</i>		
<i>Alona affinis</i>	–	+
<i>Alona costata</i>	+	–
<i>Alona quadrangularis</i>	–	+
<i>Alonella exigua</i>	–	+
<i>Bosmina longirostris</i>	+	+
<i>Ceriodaphnia</i> sp.	+	+
<i>Chydorus sphaericus</i>	+	+
<i>Diaphanosoma</i> sp.	+	+
<i>Graptoleberis testudinaria</i>	–	+
<i>Pleuroxus truncatus</i>	–	+
<i>Scapholeberis mucronata</i>	–	+
<i>Sida crystallina</i>	–	+
<i>Simocephalus vetulus</i>	–	+
<i>Copepoda</i>		
<i>Acanthocyclops americanus</i>	+	–
<i>Cyclops strenuus</i>	+	–
<i>Eudiaptomus graciloides</i>	+	+
<i>Cyclops abyssorum</i>	–	+
<i>Macrocyclus albidus</i>	–	+
<i>Thermocyclops oithonoides</i>	+	+

Большинство отмеченных видов коловраток (13) встречается в обоих биотопах. Приуроченными исключительно к открытой части озера оказались *Bipalpus hudsoni* Imhof и *Filinia longiseta* Ehrenberg. Лишь среди зарослей мелководья отмечены такие виды как *Euchlanis lyra* Hudson, *Gastropus stylifer* Imhof, *Mytilina mucronata* O.F. Müller, *Platyias quadricornis* Ehrenberg, *Synchaeta* sp., *Testudinella* sp.

Среди ветвистоусых эвритопными видами оказались *Bosmina longirostris*, *Ceriodaphnia* sp., *Chydorus sphaericus*, *Diaphanosoma* sp. Абсолютное большинство представителей семейства Chydoridae отмечено исключительно среди зарослей: виды родов *Alona* и *Alonella*, *Graptoleberis testudinaria* Fischer, *Scapholeberis mucronata* O.F. Müller, *Pleuroxus truncatus* O.F.M., а также типичные обитатели зарослей – крупные ветвистоусые рачки *Sida crystallina* O.F.M. и *Simocephalus vetulus* O.F.M.

Из веслоногих наиболее обычными, населяющими различные биотопы озера, являются *Eudiaptomus graciloides* Lilljeborg и *Thermocyclops oithonoides* Sars. Исключительно к пелагиали оказались приурочены *Acanthocyclops americanus* Marsh и *Cyclops strenuus* Fisher. Лишь среди зарослей были отмечены *Macrocyclus albidus* Jurine, *Cyclops insignis* Claus и *C. abyssorum* G.O. Sars.

Наиболее массовыми видами зоопланктонных организмов в оз. Ендовище оказались коловратки *Asplanchna priodonta* Gosse, *Ascomorpha* sp. и *Kellicottia bostoniensis* Rousselet. Последняя для фауны России является видом-вселенцем. Американская (бостонская) коловратка *K. bostoniensis* – неоарктический вид, вселившийся в палеарктический регион. В водоёмах западной Европы он обитает с середины XX века (Pejler, 1998).

В 2007 г. *K. bostoniensis* была обнаружена С.М. Ждановой и А.Э Добрыниным в планктоне пойменных озёр р. Пры в Окском заповеднике Рязанской области (150 км к западу от оз. Ендовище) и оз. Кщара Владимирской области (Жданова, Добрынин, 2008, 2011). В 2010 г. она обнаружена нами в озере Большое окрестностей пос. Мухтолово Ардатовского района Нижегородской области (95 км к северу от оз. Ендовище), озёрах Родионово и Рой Сосновского района. В 2011 году вид выявлен в оз. Святое Дедовское Навашинского, в оз. Еловое Володарского, оз. Свято Арзамасского районов Нижегородской области (Вауанов, 2014). Во всех вышеперечисленных озёрах Нижегородской области *K. bostoniensis* встречалась наряду с обычным представителем этого рода – *Kellicottia longispina* (Kellicott, 1879). Вероятно, вселение *K. bostoniensis* в Мордовию, так же, как и в Нижегородскую область произошло с западного направления, со стороны Рязанской и Владимирской областей, где этот вид появился несколько раньше. Заметим, что проводившие в 2009 и 2013 гг. довольно детальное изучение планктофауны озера Инорки Мордовского заповедника (в 10 км к северу от оз. Ендовище) пензенские коллеги не выявили обитания в нём американской коловратки (Стойко и др., 2014; Стойко, Сенкевич, 2018).

*Acanthocyclops americanus* (Marsh, 1893) является вторым после коловратки *K. bostoniensis* представителем континентальной американской планктофауны. Этот вид был впервые найден в Англии в начале XX в., а затем во Франции, Ис-

паний и России (Miracle et al., 2013; цит. по: Сухих и др. 2016). С недавнего времени *A. americanus* стал обнаруживаться в зоопланктоне озёр Нижегородской области (Ильин, 2016).

Появление *K. bostoniensis* в Европе связывают с его переносом балластными водами судов. Вполне вероятно предположить такой же способ вселения и для *A. americanus*. Последующее расселение обоих видов, вероятно, происходит с миграциями водоплавающих птиц (Жданова и др., 2016). Оз. Ендовище – совершенно изолированное озеро, не входящее в систему пойменных озёр, не имеющее видимого стока, и покоящиеся яйца коловраток и ракообразных заносятся в его воды именно птицами.

Динамика развития зоопланктона пелагиали и литорали озера представлена на рисунках 2 и 3.

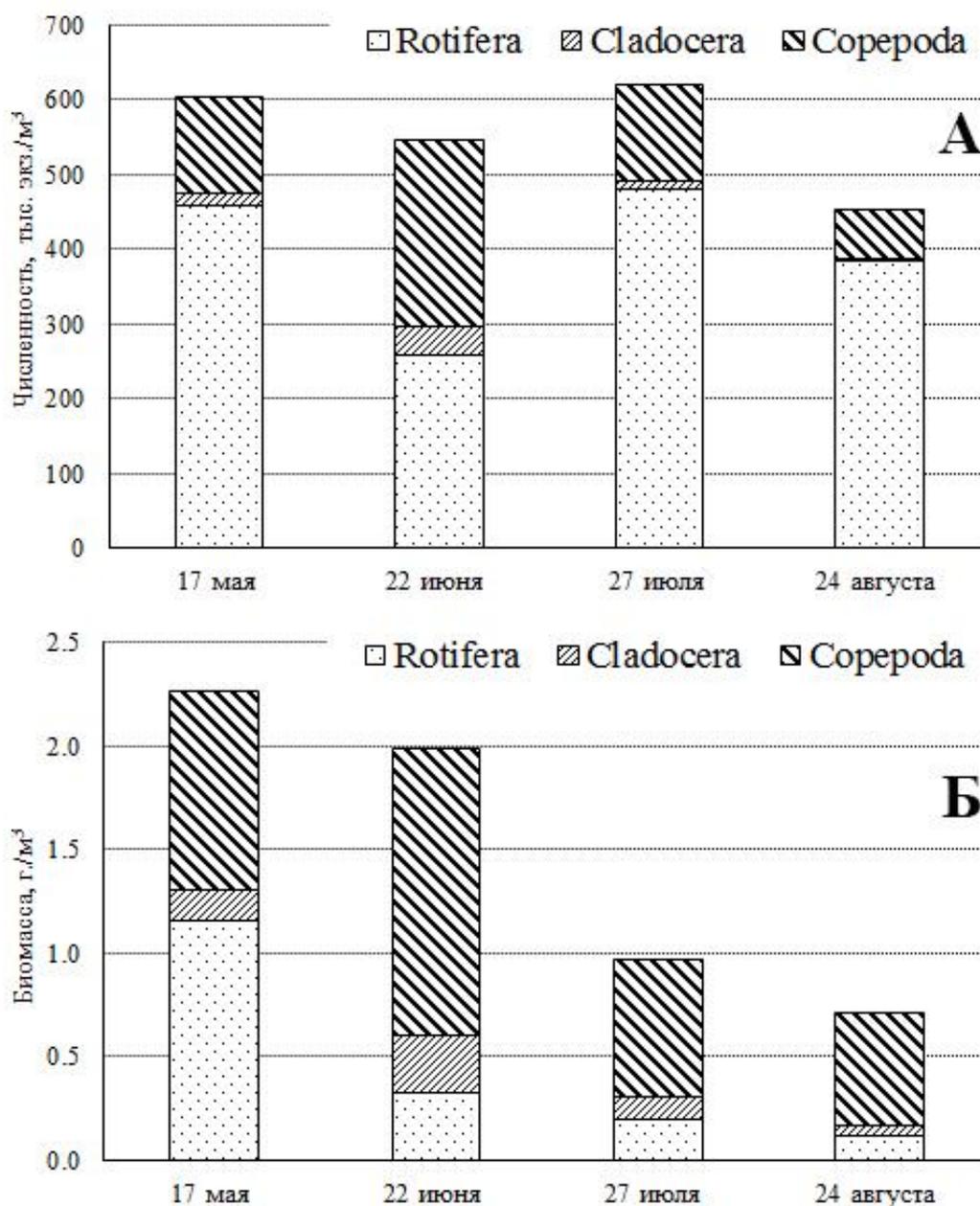
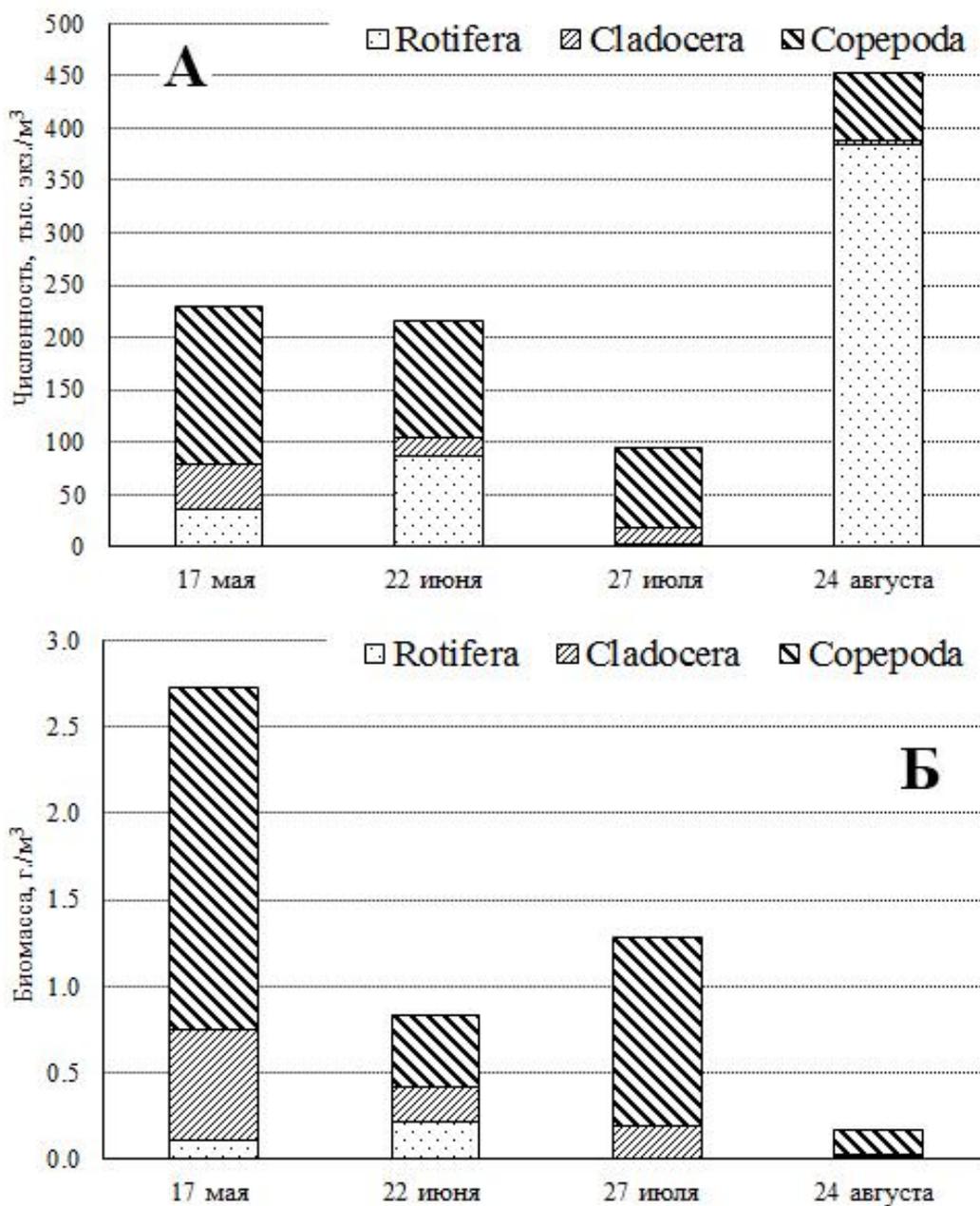


Рис. 2. Динамика численности (А) и биомассы (В) зоопланктона пелагиали озера Ендовище в 2014 г.



**Рис. 3.** Динамика численности (А) и биомассы (В) зоопланктона литорали озера Ендовище в 2014 г.

Как видно, численность планктонных организмов в открытой акватории в течение летнего сезона подвержена колебаниям и изменяется в пределах 450–600 тыс. экз./м<sup>3</sup>, биомасса же непрерывно падает от весны к осени с 2.25 до 0.7 г/м<sup>3</sup> (рис. 2). Одно из объяснений падения биомассы – бурное размножение весной (и последующее летом его снижение) коловратки *A. priodonta*, имеющей очень высокий, в сравнении с другими планктонными организмами, индивидуальный вес. Развивающиеся далее в летний период мелкие коловратки не вносят существенного вклада в повышение биомассы всего сообщества. Показатели биомассы зоопланктона на уровне 2.25 г/м<sup>3</sup> характеризуют оз. Ендовище как эвтрофный водоём. Падение биомассы в течение летнего периода – свидетельство неустойчивого, нестабильного существования сообщества, указание на пе-

реходное состояние водоёма от эвтрофии к следующей стадии – дистрофии. Это явление указывает на ухудшение условий существования гидробионтов от весны к осени. В угнетённом состоянии главным образом оказываются ракообразные, в меньшей степени – коловратки.

На литорали падение биомассы от весны к осени ещё более выражено – она сокращается более чем в 15 раз (рис. 3). Весной биомассу близкую к таковой открытой части водоёма создают взрослые формы и молодь веслоногих ракообразных (главным образом *T. oithonoides*). К осени уровень их развития в прибрежных водах на порядок ниже, чем в открытой части водоёма. Заметим, однако, что видовое обилие прибрежного зоопланктона к концу лета – началу осени практически не сокращается – 19 видов (тогда как зафиксированный в конце июня максимум – 20 видов).

Как видно из диаграмм (рис. 4), представляющих видовую структуру зоопланктоценозов оз. Ендовище и её изменения в 2014 г., инвазионный вид – коловратка *Kellicottia bostoniensis* в весенний период в первую очередь начинает своё развитие в открытой водной толще озера. В середине мая численность её невелика – около 37.2 тыс. экз./м<sup>3</sup>, что почти на порядок ниже таковой бурно развивающейся в это время крупной хищной коловратки *A. priodonta*. Но уже через месяц *K. bostoniensis* в открытой водной толще увеличивает свою численность в два раза, достигая 74.6 тыс. экз./м<sup>3</sup>. В июне же этот вид появляется и среди зарослей высшей растительности на мелководье, где выходит на первое место по уровню развития (26.0 тыс. экз./м<sup>3</sup>) среди всех организмов зоопланктона. Другой массовый вид – коловратка *Ascomorpha* sp. в этот месяц превосходит её по численности в пелагиали (достигая 106.2 тыс. экз./м<sup>3</sup>) и уступает на мелководье (рис. 2). Спустя месяц – в конце июля в открытой водной толще американский вселенец уже почти в 10 раз превосходит по численности *Ascomorpha* sp. и более чем в 30 раз – *A. priodonta*. Среди зарослей мелководья первенство по уровню развития сохраняется за *A. priodonta*, хотя общая численность зоопланктона в этом биотопе в июле резко снижается (до 2.4 тыс. экз./м<sup>3</sup>). В конце августа наблюдается абсолютное доминирование среди зоопланктона всех биотопов американской коловратки *K. bostoniensis*, плотность её организмов в пелагиали достигает 295.0 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а на литорали – 19.1 тыс. экз./м<sup>3</sup>. Таким образом, к осени практически весь зоопланктон открытой водной толщи озера Ендовище представлен американским вселенцем. Даже наиболее массовые виды *A. priodonta* и *Ascomorpha* sp. уступают ему по численности почти в 20 раз (остальные же – в 150–200 раз и более). На мелководье преобладание *K. bostoniensis* выражено также довольно заметно, хотя и не столь резко как в открытой водной толще. Вселенец в 2–4 раза превосходит массовые виды коловраток и более чем на порядок все остальные виды.

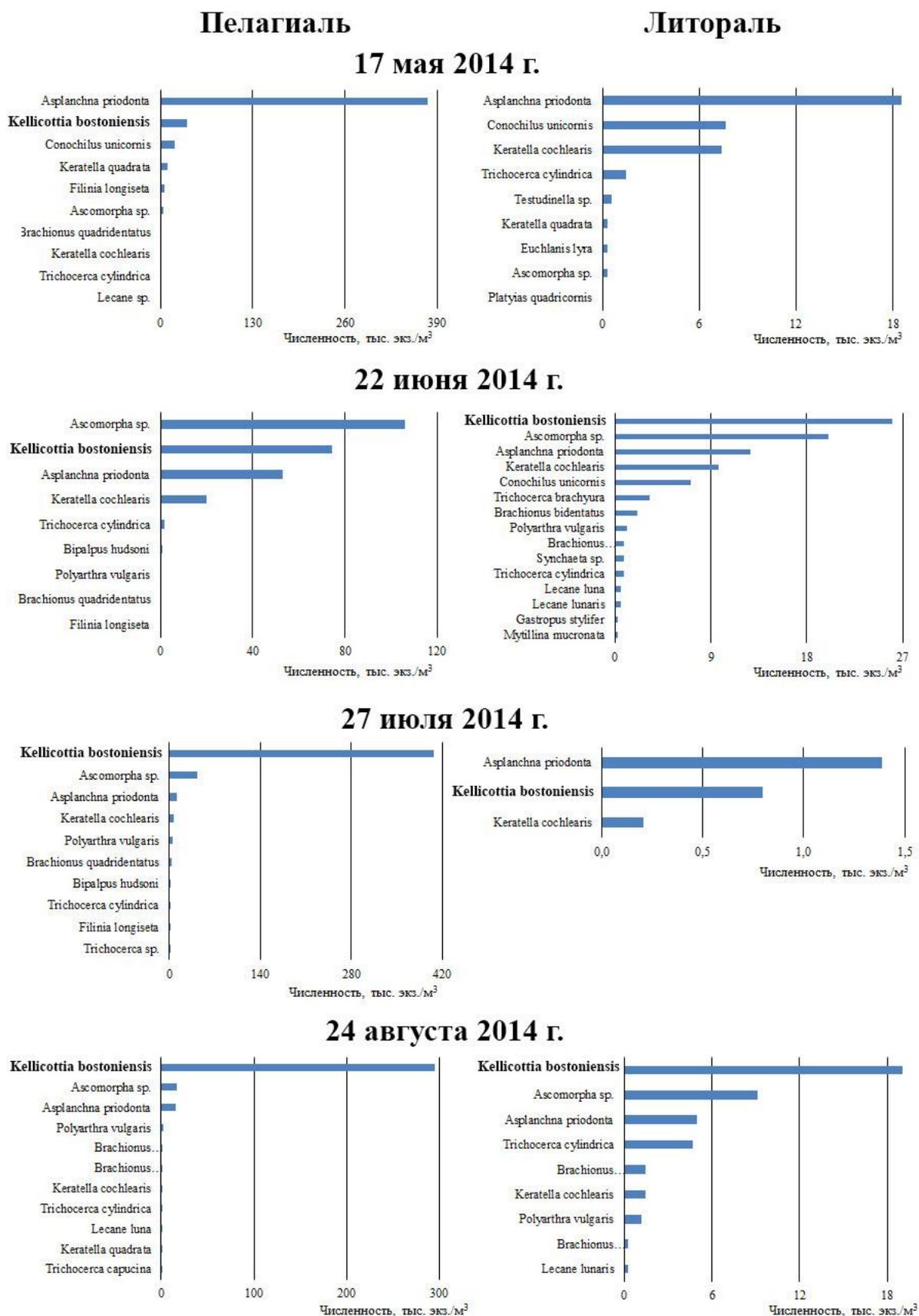


Рис. 4. Видовая структура зоопланктоценозов озера Ендовице.

### Заключение

Озеро Ендовище на настоящий момент представляет собой мелководный эвтрофный водоём со слабокислыми малопрозрачными водами. Пополнение вод происходит главным образом в весенний период, когда в озеро поступают свежие талые воды. В течение лета происходит ухудшение качества вод. Кислородный режим в озере в летнее время достаточно благоприятный для развития гидробионтов, однако от весны к осени концентрация кислорода в озёрных водах значительно снижается. В зимний период, после установления ледостава, в озере возможно наступление сильного кислородного дефицита, способного вызвать замор рыбы. Фауна зоопланктона водоёма довольно разнообразна – 41 вид; особенно высоко видовое разнообразие коловраток: 20 видов, но при более детальном фаунистическом обследовании водоёма эта цифра может значительно возрасти. Не столь велика, но достаточно богата фауна ветвистоусых и веслоногих ракообразных (14 и 7 видов соответственно).

Уровень развития гидробионтов в озере довольно высок в весенний период, когда численность организмов зоопланктона достигает 450–600 тыс. экз./м<sup>3</sup>, а биомасса – 2.5–2.7 г/м<sup>3</sup>. Такие показатели характеризуют оз. Ендовище как эвтрофный водоём.

В отношении распределения основных групп зоопланктона по биотопам следует отметить, что по численности в пелагиали преобладают коловратки, по биомассе – молодь веслоногих рачков. На литорали почти весь сезон доминирует молодь *T. oithonoides*, лишь в конце летнего периода и в начале осени по численности преобладают коловратки.

В биоценозах озера важную роль играют вселенцы: среди рыбного населения это дальневосточный вид – головешка-ротан *Perccottus glehni* Dybowski, 1877, среди зоопланктона – американская коловратка *K. bostoniensis*. Перестройка состава рыбного населения длилась, вероятно, с момента вселения в водоём ротана в конце 1970-х – начале 1980-х годов (Артаев, 2016), изменение зоопланктонного сообщества произошло позже – в начале 2010-х годов, после появления в оз. Ендовище *K. bostoniensis*.

Таким образом, исконные биоценозы озера сильно изменены. Способствующим этому фактором служит нахождение оз. Ендовище в черте крупного населённого пункта – г. Темникова, его доступность и привлекательность (в силу редкости озёр такого типа в Мордовии) для местного населения и для пролётных стай водоплавающих птиц, также, как и человек привносящих чужеродные элементы в озеро. В силу того, что экосистема озера Ендовище сильно подвержена воздействию извне, необходимо дальнейшее сохранение статуса памятника природы, а также организация регулярного слежения за состоянием водоёма.

### Список литературы

Артаев О.Н. 2016. Ротан (*Perccottus glehni*) в бассейне р. Мокши: распространение и предпочитаемые группы водных экосистем // Труды Мордовского государственного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 17. С. 3–7.

Артаев О.Н., Гришуткин О.Г., Варгот Е.В. 2013. Характеристика провальных и просадочных озёр северной части Мокшанского бассейна // Труды Мордовского государственного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 11. С. 75–88.

Алексеев В.Р., Цалолихин С.Я. (ред.). 2010. Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Том 1. Зоопланктон. М.–СПб.: Тов-во научных изданий КМК. 495 с.

Жданова С.М., Добрынин А.Э. 2008. О находке *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в разнотипных водоёмах Европейской части России // Водные и наземные экосистемы: проблемы и перспективы исследований Мат-лы Всеросс. конф. с международ. участием. Вологда. С. 160–163.

Жданова С.М., Добрынин А.Э. 2011. *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоёмах Европейской России // Биология внутренних вод. №1. С. 45–52.

Жданова С.М., Лазарева В.И., Баянов Н.Г., Лобуничева Е.В., Родионова Н.В., Шурганова Г.В., Кулаков Д.В., Ильин М.Ю. 2016. Распространение и пути расселения американской коловратки *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) (Rotifera: Brachionidae) в водоёмах Европейской России // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 8–22.

Ильин М.Ю. 2016. Состав и структура сообществ зоопланктона водных объектов особо охраняемых природных территорий (на примере Нижегородской области). Диссертация на соискание ученой степени канд. биол. наук. Н. Новгород. 226 с.

Кривдина Т.В., Логинов В.В. 2015. Взаимосвязь показателей минерализации и электропроводности вод верхнеречного участка Чебоксарского водохранилища // Эколого-биологические особенности Чебоксарского водохранилища и водоёмов его бассейна. СПб. С. 56–61.

Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоёмах. Зоопланктон и его продукция. Л., 1984. 33 с.

Рыжиков А.И. 2010. Озеро Ендовище // Природа. № 1. С. 56–60.

Стойко Т.Г., Бурдова В.А., Мазей Ю.А. 2014. Гидробионты озера Инорки (Мордовский заповедник) // Труды Мордовского государственного заповедника имени П.Г. Смидовича. Вып. 12. С. 358–364.

Стойко Т.Г., Сенкевич В.А. 2018. Видовой состав и пространственная структура зоопланктонного сообщества в озере Инорки (Мордовский заповедник, Россия) // Nature Conservation Research. Заповедная наука. Т. 3(3). С. 15–27. <http://dx.doi.org/10.24189/ncr.2018.014>

Сухих Н.М., Кастрик В., Полякова Н.В., Соуисси С., Алексеев В.Р. 2016. Изолированные популяции *Eurytemora americana* Williams (Crustacea, Copepoda) в наскальных ваннах Белого моря – постледниковые реликты или антропогенные инвазии? // Российский журнал биологических инвазий. № 3. С. 118–128.

Bayanov N.G. 2014. Occurrence and Abundance Level of *Kellicottia bostoniensis* (Rousselet, 1908) in Lakes of the Nizhniy Novgorod region // Russian Journal of Biological Invasions. V. 5. № 2. P. 111–114.

Pejler B. 1998. History of rotifer research in northern Europe // Hydrobiologia. 387/388. P. 1–8.