

## ВИДОВОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗООБЕНТОСА В СИСТЕМЕ ГЛУБОКИХ ОЗЕР (КАЗАНЬ)

© 2023 Р.П. Токинова<sup>1</sup>, Л.К. Галиахметова<sup>1</sup>, Д.С. Любарский<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Институт проблем экологии и недропользования Академии наук Республики Татарстан, г. Казань  
(Россия)

Поступила 01.03.2024

*Аннотация.* В статье содержатся результаты исследования состава и структуры зообентоса в озерах Большое и Малое Глубокое (г. Казань, городской лесопарк «Лебяжье»). Всего в населении озер обнаружено 55 видов беспозвоночных животных, в том числе, малощетинковые черви *Ripistes paravita*, *Vejdovskyella comata* и личинки мокрецов *Proboezzia seminigra*, ранее не отмечаемые в фауне Республики Татарстан. В бентали озер зообентос представлен, главным образом, сообществами с доминированием олигохет Naidinae и Tubificinae.

*Ключевые слова:* Казань, особо охраняемая природная территория, лесопарк Лебяжье, озеро Большое Глубокое, озеро Малое Глубокое, макрозообентос.

### Введение

Городской лесопарк «Лебяжье», согласно ландшафтному районированию Республики Татарстан (Рогова, Шайхутдинова, 2000), относится к Западно-Казанскому террасово-долинному району восточноевропейских сосновых и широколиственно-сосновых подтаежных лесов. Располагаясь на значительной площади 3211 га и обладая богатыми ресурсами лесов, лесопарк играет важную роль в стабилизации экологической среды г. Казани. С 1996 г. лесопарк имеет статус особо охраняемой природной территории (ООПТ) местного значения (Государственный реестр, 2007). На территории лесопарка находится разветвленная овражно-балочная сеть, ложбины которой представляют собой котловины с озерами и болотами. Озера Большое Глубокое и Малое Глубокое находятся в юго-восточной части Осиновской карстово-эрозийной ложбины (рис. 1). Озера относятся к карстово-суффозионным, площадь Б. Глубокое составляет 10,4 га, М. Глубокое – 1,3 га; максимальная глубина в первом достигает 13,8 м, во втором – 4,5 м (Иванов и др., 2015). Водоёмы являются традиционным местом рекреации городского населения, чему способствует близость жилых кварталов и транспортная доступность лесопарковой зоны.

На протяжении последнего столетия озера испытывали значительные трансформации, обусловленные, главным образом, сельскохозяйственным и промышленным освоением водосборной площади озер (Тайсин, 2006; Сонин и др., 2014; Иванов и др., 2015). К середине прошлого века произошло разделение ранее единой озерной котловины на два озера, Б. Глубокое и М. Глубокое, из-за формирования между ними перемычки с конусом выноса терригенного материала из овражной сети. Также в истории озер были отмечены периоды ускоренного заиления их котловин и существенных колебаний уровня воды.

В ранее опубликованной литературе сведений по видовому разнообразию и структурной организации макрозообентоса Глубоких озер имеется немного (Мингазова и др., 2005). В 2023 г., в рамках задач по развитию маршрутов экологического туризма на региональных ООПТ, специалистами ИПЭН АН РТ проведена инвентаризация рекреационных ресурсов и биологического разнообразия в северной части лесопарка «Лебяжье» (Токинова и др., 2024). Полученные в ходе рекогносцировочных полевых исследований данные позволили дать комплексную характеристику состояния основных гидробиологических сообществ озер (фитопланктон, макрофиты, макрозообентос) в современный период времени.

Целью настоящего сообщения является представление результатов изучения видового разнообразия и количественной структуры макрозоо-

Токинова Римма Петровна, канд. биол. наук, ведущий науч. сотр., r.tokin@gambler.ru; Галиахметова Люция Камилевна, науч. сотр., lyuciya-mustafina@yandex.ru; Любарский Дмитрий Сергеевич, мл. науч. сотр., lds57@mail.ru

бентоса в озерах Б. Глубокое и М. Глубокое по материалам, полученным в 2023 г.

#### Материал и методы

Исследования зообентоса, включая фитофильную фауну, проведены в июне 2023 г. Количественные пробы макрозообентоса отобраны

с помощью дночерпателя Петерсена (площадь захвата 0,025 м<sup>2</sup>) с борта лодки (30.06.2023 г.). Для этого на каждом из озер заложено по одному поперечному створу с пятью (оз. М. Глубокое) и с семью (оз. Б. Глубокое) станциями (рис. 2).



Рис. 1. Озера Большое Глубокое и Малое Глубокое на спутниковом снимке ООПТ Городской лесопарк «Лебяжье», г. Казань, Кировский район (Google Earth, 2020).

Условные обозначения: 1 – расположение Осиновской карстово-эрозионной ложбины

Fig. 1. Lakes Bolshoye Glubokoe and Maloe Glubokoe in the protected natural area of the Lebyazhye Urban Forest Park, Kazan, Kirovsky district (Google Earth, 2020):

1 – Osinovskaya karst-erosive hollow

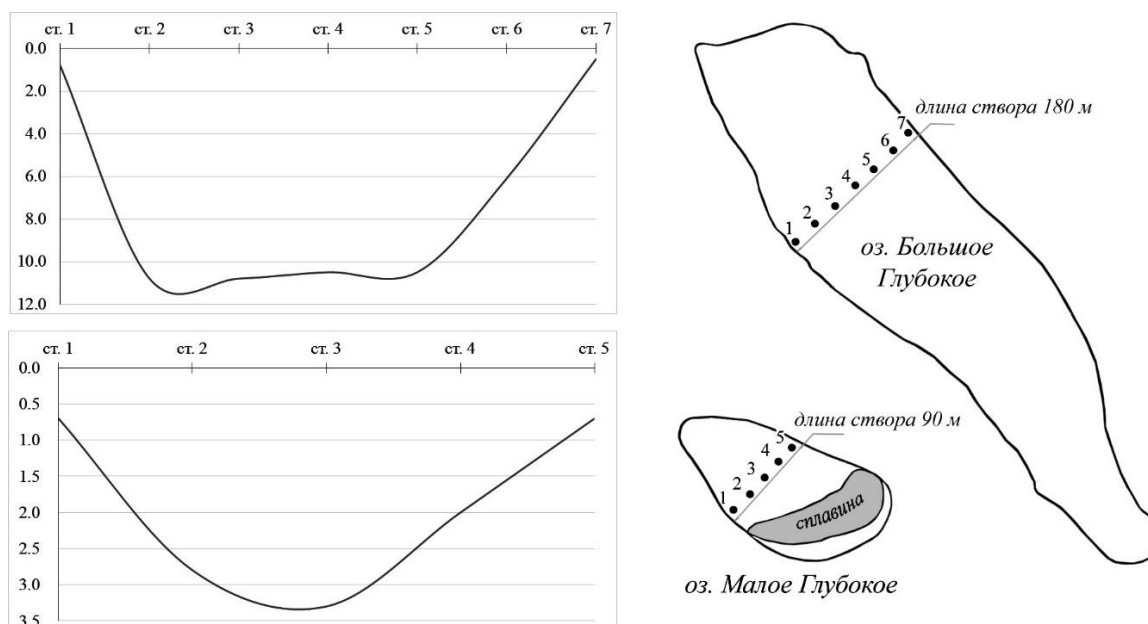


Рис. 2. Графики распределения глубин (м) на исследованных створах в озерах Большое Глубокое (вверху) и Малое Глубокое (внизу) – слева; расположение бентосных станций (ст. 1-7) на схеме озер – справа

Fig. 2. Distribution of depths (m) at benthic stations in lakes Bolshoye Glubokoe (above) and Maloe Glubokoe (below) – on the left; location of stations (ст. 1-7) on the lake diagram – on the right

На исследованных створах максимальная глубина составила: в оз. М. Глубокое – 3,3 м, в оз. Б. Глубокое – 10,8 м. В последнем наблюдается заметное уплощение подводного рельефа дна, на что обращалось внимание и предшествующими авторами (Сонин и др., 2014; Иванов и др., 2015). Донные осадки в озерах представлены преимущественно серыми илами с включениями растительного детрита и листового опада.

Качественные сборы гидробионтов произведены в литоральной зоне озер с помощью облова гидробиологическим сачком зарослей макрофитов (1 и 30.06.2023 г.).

В общей сложности отобрано 14 проб. Их сбор и камеральная обработка выполнены в соответствии с общепринятыми методами, которые охарактеризованы в ранее опубликованной статье авторов (Токинова и др., 2015). Для характеристики структурной организации донных сообществ рассчитаны показатели, традиционно используемые в гидроэкологических исследова-

ниях: число видов, плотность видов в пробе, индекс видового разнообразия Шеннона ( $H_N$ , бит). Оценка степени органического загрязнения проведена путем расчета индекса сапробности Пантле-Букка ( $S$ ) по составу и обилию видов-индикаторов сапробности (Шитиков и др., 2003).

Для проведения химико-аналитических измерений состава озерной воды из поверхностного слоя прибрежной зоны водоемов проведены отборы проб воды (27.09.2023 г. и 14.05.2024 г.).

### Результаты и обсуждение

**Краткая характеристика химического состава воды.** Вода озер ультрапресная, слабо минерализованная, концентрации растворенных в воде минеральных веществ в М. и Б. Глубоком составляют 54 и 98 мг/дм<sup>3</sup>, соответственно. Основные гидрохимические характеристики в виде формулы Курлова представлены в табл. 1.

Таблица 1

**Основные характеристики химического состава воды в озерах Малое Глубокое и Большое Глубокое**  
**Chemical composition of water in lakes Maloe Glubokoe and Bolshoye Glubokoe**

Озеро	Формула Курлова
Малое Глубокое	pH 6,58 Ж 0,29 М 0,054 $\frac{HCO_3 77}{Ca 65 Mg 35}$
Большое Глубокое	pH 7,84 Ж 0,82 М 0,098 $\frac{Cl 59 HCO_3 34}{Ca 43}$

Вода озер очень мягкая, не превышающая 1°Ж. В оз. М. Глубокое она имеет нейтральную реакцию, в Б. Глубоком – слабощелочную.

По преобладающим ионам, в соответствии с классификацией О.А. Алекина (Справочник по гидрохимии, 1989), вода в М. Глубоком относится к гидрокарбонатному классу магниевых-кальциевой группы, в Б. Глубоком – к гидрокарбонатно-хлоридному классу кальциевой группы. В М. Глубоком концентрация гидрокарбонат-иона составила 15,3 мг/дм<sup>3</sup>, в Б. Глубоком – преобладают хлорид-ион, 30,9 мг/дм<sup>3</sup>, и гидрокарбонат-ион, 30,5 мг/дм<sup>3</sup>. По катионному составу высокие значения зафиксированы для кальция: 3,6 мг/дм<sup>3</sup> в М. Глубоком и 11,1 мг/дм<sup>3</sup> в Б. Глубоком.

Осенью (27.09.2023 г.) в воде обоих озер зафиксированы превышения предельно допустимого показателя (ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения) по биохимическому потреблению кислорода (БПК<sub>5</sub>). В М. Глубоком концентрация БПК<sub>5</sub> составила 5,5 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (2,6 ПДК), в Б. Глубоком – 4,7 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup> (2,2 ПДК). В весенний период (14.05.2024 г.)

значения показателя не выходят за пределы ПДК (1,76 и 1,66 мг О<sub>2</sub>/дм<sup>3</sup>, соответственно).

Содержание биогенных веществ (аммония, нитратов, нитритов и фосфатов) в воде озер низкое, не превышающее ПДК<sub>рх</sub>.

Вода в оз. М. Глубокое имеет явственно коричневатый оттенок. В воде отмечено пятикратное превышение ПДК<sub>рх</sub> по железу общему (0,54 мг/дм<sup>3</sup> в 2023 г., 0,48 мг/дм<sup>3</sup> – в 2024 г.). По-видимому, это обусловлено повышенным содержанием в воде озера органических веществ гумусовой природы, с солями которых железо образует устойчивые комплексы.

Прозрачность воды в летние месяцы 2023 г. составила в М. Глубоком 1,6 м, в Б. Глубоком 2,2 м.

**Растительность озер.** Прибрежно-водная растительность в оз. Б. Глубокое представлена сообществами с доминированием камыша *Scirpus sylvaticus* L., манника *Glyceria maxima* (Hartm.) и др. – близ уреза воды, и рогоза *Typha latifolia* L., болотницы *Eleocharis palustris* (L.), осоки *Carex rostrata* Stokes и стрелолиста *Sagittaria sagittifolia* L. – на мелководье. Из гид-

рофитной растительности наибольшее распространение получают сообщества элодеи *Elodea canadensis* Michx. и рдеста *Potamogeton pectinatus* L.

В оз. М. Глубокое детерминантами в сообществах прибрежно-водной растительности выступают: близ уреза – *S. sylvaticus*, *G. maxima* и др.; на мелководье – *T. lathifolia* и *S. sagittifolia*. Погруженная растительность представлена сообществами рдеста *P. natans* L. и *E. canadensis*. В озере идут процессы формирования верхового боло-

та, в восточной части его акватории находится сплавина, формируемая вахтой *Menyanthes trifoliata* L., сабельником *Comarum palustre* L. и сфагновыми мхами *Sphagnum magellanicum* Brid. и *Sph. squarrosum* Crome.

Видовой состав и количественные показатели зообентоса. В населении зарослей прибрежной водной растительности и донных осадков озер Б. Глубокое и М. Глубокое обнаружено 55 видов беспозвоночных животных (табл. 2).

Таблица 2

**Таксономический состав фитофильных и бентосных форм беспозвоночных в озерах Большое Глубокое и Малое Глубокое (июнь 2023 г.)**  
**Taxonomic composition of phytophilic and benthic forms of invertebrates in lakes Bolshoye Glubokoe and Maloe Glubokoe (June 2023)**

№	Названия таксонов	оз. Б. Глубокое		оз. М. Глубокое	
		литораль, до 1 м	6,1-10,8 м	литораль, до 1 м	2,0-2,8 м
1	2	3	4	5	6
<b>Стрекающие</b>					
1	<i>Hydra vulgaris</i> Pallas, 1766	+			
<b>Малощетинковые черви</b>					
2	<i>Chaetogaster diaphanus</i> (Gruithuisen, 1828)	+		+	
3	<i>Dero digitata</i> (Müller, 1774)	+		+	
4	<i>Limnodrilus hoffmeisteri</i> Claparède, 1862				+
	<i>Limnodrilus</i> sp.	+	+	+	
5	<i>Nais barbata</i> Müller, 1774			+	
6	<i>Nais communis</i> Piguët, 1906			+	
7	<i>Ophidonais serpentina</i> (Müller, 1774)	+			
8	<i>Potamothrix hammoniensis</i> (Michaelsen, 1901)		+		
9	<i>Pristina aequisetata</i> Bourne, 1891			+	
10	<i>Ripistes parasita</i> (Schmidt, 1847)	+		+	
11	<i>Slavina appendiculata</i> (d'Udekem, 1855)	+		+	
12	<i>Spirosperma ferox</i> (Eisen, 1879)	+			
13	<i>Stylaria lacustris</i> (Linnaeus, 1767)	+			
14	<i>Tubifex tubifex</i> (Müller, 1774)			+	+
15	<i>Vejdovskyella comata</i> (Vejdovský, 1884)			+	
<b>Круглые черви</b>					
16	Nematoda spp.	+	+	+	
<b>Мшанки</b>					
	Bryozoa spp.	+		+	
17	<i>Cristatella mucedo</i> Cuvier, 1798, стагобласты	+			
18	<i>Plumatella repens</i> (Linnaeus, 1758)	+			
<b>Моллюски</b>					
19	<i>Anisus</i> sp.	+			
20	<i>Armiger crista</i> (Linnaeus, 1758)	+			
21	Sphaeriidae gen. sp.	+			
22	<i>Viviparus (Contectiana) contectus</i> (Millet, 1813)	+			
<b>Поденки, личинки</b>					
23	<i>Caenis horaria</i> (Linnaeus, 1758)	+		+	
24	<i>Caenis robusta</i> Eaton, 1884	+			
25	<i>Cloeon dipterum</i> (Linnaeus, 1761)	+		+	

1	2	3	4	5	6
<b>Клопы</b>					
26	<i>Gerris</i> sp., личинка	+		+	
27	<i>Hydrometra gracilentata</i> Horvath, 1899			+	
28	<i>Mesovelvia furcata</i> Mulsant et Rey, 1852, личинка	+			
29	<i>Microvelia buenoi</i> Drake, 1920, имаго			+	
30	<i>Microvelia reticulata</i> (Burmeister, 1835), имаго			+	
31	<i>Plea minutissima</i> Leach, 1817, имаго			+	
<b>Жуки, личинки</b>					
32	cf. <i>Helochares obscurus</i> (Müller, 1776), L1	+			
<b>Стрекозы, личинки</b>					
33	<i>Coenagrion armatum</i> (Charpentier, 1840)			+	
34	<i>Ischnura pumilio</i> (Charpentier, 1825)	+			
35	<i>Gomphus</i> sp., L1	+			
<b>Мокрецы, личинки</b>					
36	<i>Bezzia leucogaster</i> (Zetterstedt, 1850)	+			
	<i>Bezzia</i> sp., куколка			+	
37	Ceratopogoninae gen. sp. 1	+		+	
38	<i>Palpomyia lineata</i> (Meigen, 1804)	+			
39	<i>Probezzia seminigra</i> (Panzer, 1798)	+	+		
	<i>Probezzia</i> sp.			+	
<b>Комары-звонцы, личинки</b>					
40	<i>Chironomus plumosus</i> f.l. semireductus		+		
41	<i>Cryptochironomus</i> gr. <i>defectus</i>			+	
42	<i>Monopelopia tenuicalcar</i> (Kieffer, 1918)			+	
	Orthocladinae gen. sp.	+			
43	<i>Orthocladus</i> cf. <i>dentifer</i> Brundin, 1947			+	
44	<i>Paralauterborniella nigrohalteralis</i> (Malloch, 1915)	+			
45	<i>Paratanytarsus</i> sp. 1	+			
46	<i>Polypedilum exectum</i> (Kieffer, 1916)	+			
47	<i>Polypedilum</i> gr. <i>nubeculosum</i>	+		+	
48	<i>Stempellina subqlabripennis</i> (Brundin, 1947)	+			
	Tanypodinae gen. sp.	+		+	
	Tanytarsini spp.			+	
49	<i>Tanytarsus</i> sp. 1	+			
<b>Комары-хаобориды, личинки</b>					
50	<i>Chaoborus flavicans</i> (Meigen, 1830)		+		
<b>Двукрылые различных семейств</b>					
51	Diptera gen. sp. 1, личинка			+	
52	Diptera gen. sp. 2, личинка			+	
53	Diptera gen. sp. 3, куколка			+	
<b>Ракушковые рачки</b>					
54	Ostracoda gen. sp.	+		+	
<b>Водяные клещи</b>					
55	Hydrachnidia spp.	+		+	
Всего – не менее 55 видов, в том числе:		39	7	37	2

Наиболее высоким видовым богатством выделяются насекомые (31 вид), представленные преимущественно личиночными формами, и малощетинковые черви (14); в значительно меньшем количестве присутствуют моллюски (4),

мшанки (2), стрекающие и ракушковые ракообразные (по одному виду), круглые черви и водяные клещи (не менее чем по одному виду, определение данных групп не проводилось). К числу редких фаунистических находок можно отнести

несколько видов беспозвоночных, ранее не отмечаемых в фауне Республики Татарстан, это малощетинковые черви *Ripistes parvita*, *Vejdovskyella comata* и личинки мокрецов *Probozia seminigra*.

Основное таксономическое богатство гидробионтов сосредоточено в литоральной зоне озер, где зарегистрировано по 37–39 видов, представляющих все основные группы гидробионтов. С увеличением глубины разнообразие зообентоса снижается до двух (М. Глубокое) или семи (Б. Глубокое) видов из немногих групп, устойчивых к условиям пониженного содержания кислорода. Это малощетинковые черви из подсемейства Tubificinae (*Potamothenis hammoniensis*, *Limnodrilus*, *Tubifex tubifex*) и личинки комаров (*Chironomus plumosus*, *Chaoborus flavicans*).

Количественное развитие макрозообентоса в обоих озерах характеризуется наиболее высокими значениями в литоральной зоне, на глубинах до 1 м. Грунты здесь представлены светло-серыми илами с примесью песка, листового опада и фрагментами вегетирующей растительности (рдесты, элодея, зеленые нитчатые водоросли). В оз. Б. Глубокое численность литорального сообщества на разных станциях составляет 3240–3960 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 2,65–9,60 г/м<sup>2</sup>. Ведущая роль здесь принадлежит представителям малощетинковых червей из подсемейств Naidinae и Tubificinae, доминирующим как по численности (50–57%), так и по биомассе (47%) (табл. 3).

Таблица 3

Распределение численности ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>) и биомассы ( $B$ , г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса в оз. Большое Глубокое

Number ( $N$ , ind./m<sup>2</sup>) and biomass ( $B$ , g/m<sup>2</sup>) of macrozoobenthos in the lake Bolshoye Glubokoe

№ станции	ст. 1		ст. 2		ст. 3		ст. 4		ст. 5		ст. 6		ст. 7	
	$N$	$B$	$N$	$N$	$B$	$N$	$N$	$N$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$
Глубина, м	0,8		10,8		10,8		10,5		10,5		6,1		0,5	
Плотность видов в пробе	17		–		1		–		–		4		21	
Индекс Шеннона $H_N$	3,15		–		–		–		–		0,41		3,30	
Количественные показатели	$N$	$B$	$N$	$N$	$B$	$N$	$N$	$N$	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$B$
Oligochaeta	1840	1,24	0	0	0	0	0	0	4480	10,48	2000	0,94		
Nematoda	120	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	160	0,08		
Mollusca	120	0,44	0	0	0	0	0	0	0	0	120	7,44		
Insecta: Ephemeroptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	320	0,48		
Insecta: Ceratopogonidae	400	0,20	0	0	0	0	0	0	40	0,02	280	0,16		
Insecta: Chironomidae	720	0,6	0	0	0	0	0	0	80	1,04	960	0,46		
Insecta: Chaoboridae	0	0	0	40	0,12	0	0	0	0	0	0	0		
Прочие	40	0,08	0	0	0	0	0	0	0	0	120	0,04		
Итого	3240	2,65	0	40	0,12	0	0	0	4600	11,54	3960	9,60		

На отдельных участках с присутствием моллюсков (Sphaeriidae) доминирование по биомассе (до 77%) переходит к ним. Доля личинок Chironomidae в численности составляет 22–24%, в основном за счет представителей рода *Tanytarsus*. Индекс видового разнообразия характеризуется высокими значениями: 3,15–3,30. Плотные скопления малощетинковых червей Tubificinae отмечены на отдельных участках озера на глубине около 6 м (ст. 2), где грунты представлены серыми илами с включением большого объема разлагающейся растительной органики. Численность организмов здесь достигает 4600 экз./м<sup>2</sup>, а биомасса – 11,5 г/м<sup>2</sup>. Основная

роль здесь принадлежит *Potamothenis hammoniensis* (свыше 90% в численности и в биомассе). На наиболее глубоких участках дна (глубина 10–11 м), сложенных темно-серыми илами с присутствием растительного детрита и листового опада, макрозообентосные сообщества слабо развиты; здесь встречаются только мейобентосные формы низших ракообразных и нематод, а также мигрирующие в донные осадки личинки кровососущих комаров *Chaoborus flavicans*.

В литорали оз. М. Глубокое макрозообентос также представлен олигохетным сообществом. Его численность на разных станциях составляет

5800–17280 экз./м<sup>2</sup>, биомасса – 2,20–13,65 г/м<sup>2</sup> (табл. 4). Высокие показатели формируются за счет образования плотных скоплений представителями Tubificinae (*Limnodrilus*, *Tubifex*), Naidinae (*Nais*, *Chaetogaster*, *Dero*, *Slavina*, *Ripistes*, *Vejdovskyella*) и Pristininae (*Pristina*). Удельный вклад малощетинковых червей в численность зообентоса достигает 86–94%, в биомассу – 70–80%. Представленное разнообразие олигохет здесь обусловлено благоприятным газовым режимом и грунтами, представленными серыми илами и песком, с включением большого

количества растительного детрита, листового опада и обломков вегетирующих макрофитов. Индекс Шеннона характеризуется также высокими значениями: 2,73–3,21.

На глубине 2,0–2,8 м на серых илах с мягким растительным детритом и листовым опадом развивается олигохетное сообщество, представленное исключительно тубифицинами *Limnodrilus hoffmeisteri* и *Tubifex tubifex*. На глубине 3 метров и более зообентосные организмы не обнаружены.

Таблица 4

**Распределение численности ( $N$ , экз./м<sup>2</sup>) и биомассы ( $B$ , г/м<sup>2</sup>) макрозообентоса в оз. Малое Глубокое**

**Number ( $N$ , ind./m<sup>2</sup>) and biomass ( $B$ , g/m<sup>2</sup>) of macrozoobenthos in the lake Maloe Glubokoe**

Станция №	ст. 1		ст. 2		ст. 3		ст. 4		ст. 5	
Глубина, м	0,7		2,8		3,3		2		0,7	
Плотность видов в пробе	12		2		–		3		15	
Индекс Шеннона $H_N$	3,21		0,59		–		0,35		2,73	
Количественные показатели	$N$	$B$	$N$	$B$	$N$	$N$	$B$	$N$	$B$	
Oligochaeta	14880	9,57	280	1,12	0	1200	4,80	5440	1,75	
Nematoda	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	120	0,04	
Insecta: Ceratopogonidae	0	0,00	0	0,00	0	0	0,00	80	0,08	
Insecta: Chironomidae	2400	4,08	0	0,00	0	0	0,00	160	0,32	
Итого	17280	13,65	280	1,12	0	1200	4,80	5800	2,20	

Биоиндикация уровня органического загрязнения по бентосным организмам-индикаторам сапробности позволяет оценивать литораль озер как  $\alpha$ -мезосапробную зону ( $S=2,5–3,3$ , «загрязненные воды»). Значительное развитие пояса высшей водной растительности в прибрежной зоне озер приводит к накоплению разлагающейся растительной органики в илах и воде, чем, по-видимому, и объясняется повышенный уровень органического загрязнения. На это также указывает и обнаруженное в воде прибрежной зоны озера превышение БПК<sub>5</sub> в осенний период. В оз. Б. Глубокое на глубине 6 м условия в бентали оцениваются также как  $\alpha$ -мезосапробные ( $S=2,8$ ). В М. Глубокое уже на глубине 2–2,8 м бенталь характеризуется как полисапробная зона ( $S=3,6$ , «грязные воды»). Выраженный коричневый оттенок воды, обусловленный присутствием гуминовых веществ, близкая к слабокислой реакция воды (рН 6,58), а также присутствие в альгофлоре озера видов-индикаторов закисления водной среды (*Peridini-*

*um*, *Dinobryon*, *Tabellaria* – неопубликованные данные К.И. Абрамовой), указывают на процессы трансформирования оз. М. Глубокое в болотную экосистему.

**Заключение**

Население донных отложений озер Б. и М. Глубокое представлено пелофильными сообществами беспозвоночных с доминированием олигохет. Наиболее высоким видовым разнообразием и количественным развитием выделяется зообентос прибрежной зоны. С увеличением глубины видовой состав зообентоса значительно беднеет, причем наиболее резко эта тенденция выражена в М. Глубокое, где уже на глубине 3 м и более донные организмы отсутствуют. Биоиндикация уровня органического загрязнения по организмам-индикаторам сапробности характеризуют литораль озер как зону загрязненных вод, что обусловлено значительным развитием пояса прибрежно-водных и погруженных макрофитов и присутствием здесь больших объемов разлагающейся растительной органики.

Авторы заявляют об отсутствии конфликтов интересов

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

### Список русскоязычной литературы

Государственный реестр особо охраняемых природных территорий в Республике Татарстан. Казань: Идел-Пресс, 2007. 408 с.

**Иванов Д.В., Сонин Г.В., Тишин Д.В., Иванова А.Д., Шнепп А.С.** Эволюция системы Глубоких озер г. Казани в XX–XXI вв. // Российский журнал прикладной экологии. 2015, № 1. С. 31-38.

**Мингазова Н.М., Яковлев В.А., Ахметзянова Н.Ш.** Зообентос водных объектов г. Казани и Приказанья. Экология города Казани. Казань: Изд. ФЭН, 2005. С. 277-289.

**Рогова Т.В., Шайхутдинова Г.А.** Картографирование растительного покрова Республики Татарстан на ландшафтно-экологической основе // Вестник Татарстанского отделения Российской Экологической Академии. 2000, № 3-4. С. 11-23.

**Сонин Г.В., Уленгов Р.А., Губеева С.К.** Влияние природных и антропогенных факторов на эволюцию озер (на примере озера Глубокое) // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15813> (дата обращения: 15.05.2024).

Справочник по гидрохимии / Под ред. А.М. Никанорова. Л.: Гидрометеиздат, 1989. 390 с.

**Тайсин А.С.** Озера Приказанского района, их современные природные и антропогенные изменения. Казань: Изд-во ТГГПУ, 2006. 167 с.

**Токинова Р.П., Горшкова А.Т., Иванов Д.В.** Зообентос озера Рабига куль (г. Болгар, Среднее Поволжье) // Российский журнал прикладной экологии. 2015, № 2. С. 9-14.

**Токинова Р.П., Любарский Д.С., Бердник С.В.** Акваландшафтное разнообразие городского лесопарка как потенциальный рекреационный экоресурс // Экология родного края: проблемы и пути их решения: матер. XIX Междунар. научно-практ. конф. Кн. 1. (г. Киров, 23-24 апреля 2024 г.). Киров: Вятский гос. ун-т, 2024. С. 227-231.

**Шитиков В.К., Розенберг Г.С., Зинченко Т.Д.** Количественная гидроэкология: методы системной идентификации. Тольятти: ИЭВБ РАН, 2003. 463 с.

### Общий список литературы / Reference List

State register of specially protected natural areas in the Republic of Tatarstan. Kazan: Idel-Press, 2007. 408 p. (In Russian).

**Ivanov D.V., Sonin G.V., Tishin D.V., Ivanova A.D., Shnepp A.S.** Evolution of Glubokoe lake system of Kazan city in XX–XXI century // Russian J. of Applied Ecology. 2015. No. 1. pp. 31-38. (In Russian).

**Mingazova N.M., Yakovlev V.A., Akhmetzyanova N.Sh.** Zoobenthos of water bodies of Kazan and Prikazanye. Ecology of the city of Kazan. Kazan: FEN, 2005. pp. 277-289. (In Russian).

**Rogova T.V., Shaikhutdinova G.A.** Mapping the vegetation cover of the Republic of Tatarstan on a landscape-ecological basis // Bull. Tatarstan branch of the Russian Ecological Academy. 2000. No. 3-4. pp. 11-23. (In Russian).

**Sonin G.V., Ulengov R.A., Gubeeva S.K.** The influence of natural and anthropogenic factors on the evolution of lakes (using the example of Lake Glubokoe) // Modern problems of sci. and educ. 2014. No. 6. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=15813> (available: 15.05.2024). (In Russian).

Handbook of Hydrochemistry / Ed. A.M. Nikanorov. Leningrad: Gidrometeoizdat, 1989. 390 p.

**Taysin A.S.** Lakes of the Prikazansky region, their modern natural and anthropogenic changes. Kazan: TGGPU, 2006. 167 p. (In Russian).

**Tokinova R.P., Gorshkova A.T., Ivanov D.V.** Zoobenthos of the Rabiga kul Lake (Bolgar, Middle Volga region) // Russian J. of Applied Ecology. 2015, No. 2. pp. 9-14. (In Russian).

**Tokinova R.P., Lyubarskiy D.S., Berdnik S.V.** Aquatic landscape diversity of an urban forest park as a potential recreational eco-resource // Ecology of native land: problems and ways of their solution: Matls XIX Internat. sci. pract. conf. Book 1. (Kirov, April 23-24, 2024). Kirov: Vyatka SU, 2024. P. 227-231. (In Russian).

**Shitikov V.K., Rosenberg G.S., Zinchenko T.D.** Quantitative hydroecology: methods of system identification. Tolyatti: IEVB RAS, 2003. 463 p. (In Russian).

## SPECIES DIVERSITY AND QUANTITATIVE INDICATORS OF ZOOBENTHOS IN THE GLUBOKOE LAKE SYSTEM (KAZAN)

© 2024 R.P. Tokinova<sup>1</sup>, L.K. Galiahmetova<sup>1</sup>, D.S. Lyubarskiy<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Research Institute for Problems of Ecology and Mineral Wealth Use of TAS, Kazan (Russia)

**Abstract.** The results of a study of the composition and quantitative structure of zoobenthos in lakes Bolshoye and Maloye Glubokoe (Kazan, Lebyazhye city forest park) are presented. In total, 55 species of invertebrate were found in the lakes, including the oligochaete worms *Ripistes parasita*, *Vejdovskyella comata* and the larvae of midges *Probezzia seminigra*, previously not recorded in the fauna of Tatarstan. Macrozoobenthos in both lakes is represented mainly by communities dominated by oligochaetes Naidinae and Tubificinae.

**Key words.** Kazan, specially protected natural area, Lebyazhye forest park, Bolshoye Glubokoe lake, Maloye Glubokoe lake, macrozoobenthos.