



УДК 574.5

**«ЗООБЕНТОС КУЙБЫШЕВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В РАЙОНЕ ГОРОДА
КАЗАНИ»**

Набеева Эльвира Габдулхаковна, к.б.н., старший преподаватель кафедры природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, г. Казань, ул. Межлаука, 1а

Мингазова Нафиса Мансуровна, д.б.н., профессор кафедры природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, г. Казань, ул. Межлаука, 1а

Павлова Любовь Ромэновна, специалист по УМР кафедры природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, г. Казань, ул. Межлаука, 1а

Мак Кироа Кристофер Андре, студент кафедры природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, г. Казань, ул. Межлаука, 1а

Путинцев Руслан Олегович, студент кафедры природообустройства и водопользования Института управления, экономики и финансов Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, г. Казань, ул. Межлаука, 1а

*Аннотация. В данной статье анализируется материал по изучению зообентоса Куйбышевского водохранилища, отобранный в августе 2020 г. Проанализирован видовой состав, количественные характеристики зообентоса, структурные показатели бентосного сообщества профундали водохранилища. Доминирующими видами по показателям численности и биомассы являются моллюски *Dreissena bugensis*. Качество воды по индексам видового разнообразия зообентоса соответствует грязным водам.*

Ключевые слова: зообентос, качество воды, видовой состав, индексы видового разнообразия, виды–вселенцы.

Введение

Куйбышевское водохранилище (Жигулевское море) является шестой ступенью каскада водохранилищ на реке Волга; по площади одно из крупнейших в мире водохранилищ, заполненных в речных долинах [1, 2]. Средняя глубина составляет 9,4 м, наибольшая глубина у плотины 41 м, у Казани 16–18 м.

Изучение зообентоса Куйбышевского водохранилища на территории РТ проводится с начала образования водохранилища [3]. Зообентос водохранилища наиболее разнообразен на мелководных участках, площадь которых составляет 900-968 км² (10,5-15,0%) [4]. Важную роль в составе зообентоса играют инвазивные виды, особенно моллюски рода дрейссена [5, 6, 7]. Глубоководные участки водохранилища характеризуются меньшим видовым разнообразием зообентоса, но важным участием в процессах самоочищения [5].

Лаборатория оптимизации водных экосистем и кафедра природообустройства и водопользования Казанского (Приволжского) федерального университета периодически проводит изучение гидробиологических сообществ и качества воды Куйбышевского водохранилища в границах Республики Татарстан с 1990-х гг. по настоящее время [1, 5, 6, 9 и др.], в т.ч. изучение сообществ зообентоса, играющих основную роль в биологическом самоочищении водохранилища [5]. Настоящие исследования, проведенные в период экспедиции «Плавучий университет», организованной Волжским государственным университетом водного транспорта в августе 2020 г., являются продолжением многолетних предшествующих исследований.

Целью работы было изучение состояния бентосных сообществ и оценка качества воды водохранилища в районе г. Казани по гидрохимическим и гидробиологическим показателям.

1. Материалы и методы изучения

Зообентос Куйбышевского водохранилища изучался на участке от водозабора до водосброса г. Казани, и в районе расположения Речного порта, на трех станциях, с глубинами 10–18 м (рис.1).

При отборе зообентоса проводился забор воды для гидрохимического анализа, описание грунтов, измерения электропроводности, температуры, содержания растворенного кислорода в воде, анализ органолептических показателей.

Пробы воды анализировались в специализированной химической лаборатории. Далее для оценки качества воды была применена комплексная оценка качества: индекс загрязнения воды (ИЗВ) и эколого-санитарная классификация качества поверхностных вод суши - ЭСК (Романенко, Оксюк, 1990), по которой на основе гидрофизических и гидрохимических показателей можно отнести воду изучаемого объекта к определенному классу и разряду качества воды с соответствующим средним ранговым показателем (РП), а также ориентировочно определить его трофический статус.

При анализе зообентоса проводилось определение видового состава, количественных характеристик численности и биомассы, анализ индексов видового разнообразия Шеннона и Симпсона.

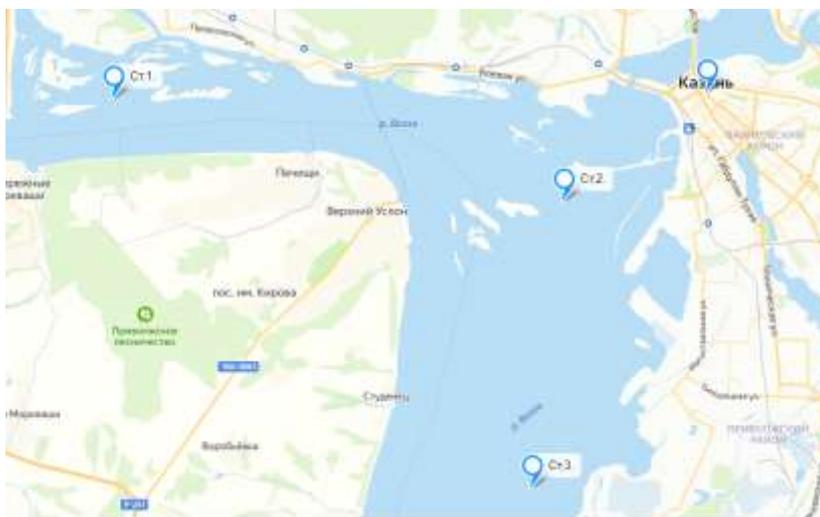


Рис. 1. Месторасположение станций пробоотбора (станции 1, 2, 3).

2. Физико-химические показатели и оценка качества воды

Вода в период исследований характеризовалась прозрачностью, равной 1,5 м, отсутствием запаха, желтовато-коричневым цветом. Значения активной реакции среды характеризует её как «нейтральную», с разрядом «очень чистой» воды (табл.1).

Таблица 1

Физико-химические показатели воды Куйбышевского водохранилища

Дата, горизонт, место отбора 08.08.2020	Температура, С ⁰	Прозрачность, м	Электропроводность, мкС/см	Цвет	рН, ед.	Содержание кислорода	
						%	мг/л
Ст.1, пов	22,1	1,52	350	Желтовато-коричневый	6,9	96	8,3
Ст.1, 13 м	21,6		340		6,6	62,5	5,49
Ст.3, пов.	22,1	1,50	350	Тёмно-жёлтый	6,9	102	8,9
Ст.3, 20 м	22,3		350		7,1	51,7	4,46

Содержание растворенного кислорода характеризовало воду поверхностного слоя как «предельно» и «вполне чистую», на глубине 13 м как «слабо загрязнённую», на глубине 20 м как «сильно загрязнённую».

По результатам анализа ионного состава в воде озера из анионов преобладали гидрокарбонаты, из катионов – кальций. Минерализация воды составляла 237-309 мг/дм³ (табл. 2), что характеризует её как «среднюю» и вполне согласуется со значениями удельной электропроводности. Значения жесткости воды составляли 2,8-3,1 мг.экв/л, что характеризует воду ст.1 как «мягкую», ст.3 –как «умеренно жёсткую».

Из соединений биогенных элементов в воде были обнаружены: аммоний в концентрациях, соответствующих норме на трёх точках отбора, но в придонном слое ст.1 содержание его составляло 2,7 ПДК; нитриты, содержание которых превышало ПДК в 1,1-1,2 раза в поверхностном слое и находилось в пределах нормы на глубине; нитраты в концентрациях, не превышающих норму, и фосфаты в концентрациях, равных 1,2-1,5 на всех точках отбора, кроме придонного слоя ст.1, где содержание этого ингредиента находилось в пределах допустимого.

Вода характеризовалась очень высокими показателями содержания органических веществ: БПК₅ и ХПК. Биохимическое потребление кислорода (БПК) — количество кислорода, израсходованное на аэробное биохимическое окисление под действием микроорганизмов и разложение нестойких органических соединений, содержащихся в исследуемой воде. БПК является одним из важнейших критериев уровня загрязнения водоёма органическими веществами, он определяет количество легкоокисляющихся органических загрязняющих веществ в воде. При анализе определяется количество кислорода, ушедшее за установленное время (обычно 5 суток — БПК₅) без доступа света при 20°C на окисление загрязняющих веществ, содержащихся в единице объема воды). Вода на всех точках отбора по величинам БПК₅, равным 7,5- 11 превышениям ПДК, характеризовалась как «предельно грязная». На ст.1 этот показатель был значительно выше, чем на ст.2.

Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость) является показателем, характеризующим общее содержание органических веществ в воде. На всех точках отбора этот показатель превышал норму. Но если в поверхностном слое ХПК составило 2,7-2,8 ПДК, то на глубине 20 м ст.2 ХПК превышало норму в 1,2 раза, а на глубине 13 м ст.1 – в 8,4 раза.

Что касается загрязняющих веществ, то содержание железа общего и нефтепродуктов находилось в норме; концентрация АПАВ в поверхностном слое ст.2 превышала ПДК в 4,8 раза; на остальных точках отбора находилась в пределах допустимого.

Оценка по эколого-санитарной классификации качества поверхностных вод, которая не учитывает концентрации загрязняющих веществ в воде, показала, что качество воды соответствует разрядам от «слабо» до «умеренно загрязнённой» воды со средними ранговыми показателями, вычисленными по семи показателям, равными 4,7 - 6,0.

Индекс загрязнённости воды составил для станции 1 (поверхности и дна) 4,3 и 4,5 соответственно, что соответствует V классу, «грязной» воде; для ст.3 (поверхности и дна) 3,1 и 3,9, что соответствует IV классу качества, «загрязнённой» воде. Следует отметить, что также и по ЭСК вода, отобранная на второй станции, худшего качества по сравнению с таковой на первой станции.

3. Состояние зообентоса и оценка качества воды

Зообентос отбирался коробчатым дночерпателем, с глубинных станций, в 3-х повторностях. Грунт на станциях представлял собой заиленный песок или ил. Всего в пробах обнаружено 8 видов организмов зообентоса, из 5 классов: двустворчатые моллюски – 2 вида, брюхоногие моллюски – 1 вид, ракообразные – 1 вид, пиявки – 1 вид, олигохеты – 3 вида. Большая количество видов наблюдалось на станциях 2 (около речного порта) и 3 (в месте сброса сточных вод), где были обнаружены друзы двустворчатых моллюсков рода *Dreissena*.

Всего, в глубоководных пробах обнаружено 3 вида организмов – вселенцев: *Lithoglyphus naticoides* (Pfeiffer, 1828), *Dreissena polymorpha* (Pallas, 1771), *Dreissena bugensis* (Andrusov, 1897). В настоящее время эти виды являются эдификаторами глубоководных бентосных сообществ, предоставляя места обитания для других видов зообентоса.

При анализе количественных характеристик зообентоса выявлено, что численность организмов изменялась от 10 экз./м² у *Gammarus lacustris* до 140 экз./м² у *Dreissena bugensis* (табл.2). Наибольшие значения численности отмечались на станции 2, напротив речного порта. Что касается биомассы, то она изменялась от 0,04 г/м² до 6,75 г/м². Доминировали по показателям биомассы *Dreissena bugensis* моллюски- вселенцы, создающие биотоп для обитания и других видов зообентоса в глубоководной части водохранилища.

Количественные показатели зообентоса Куйбышевского водохранилища, 2020 г.

	станция 1		станция 2		станция 3	
	N, экз./м ²	B г/м ²	N экз./м ²	B г/м ²	N экз./м ²	B г/м ²
Моллюски						
<i>Dreissena polymorpha</i>	эл.		10	0,11		
<i>Dreissena bugensis</i>			140	1,75	53	6,75
<i>Lithoglyphus naticoides</i>	20	0,04			13	0,05
Ракообразные						
<i>Gammarus lacustris</i>	10	0,04				
Пиявки						
<i>Batracobdella paludosa</i>			10	0,07		
Олигохеты						
<i>Tubifex tubifex</i>			30	0,06		
<i>Genus sp.</i>					93	0,27
<i>Limnodrilus sp.</i>					13	0,04
Индекс Шеннона, бит/экз.	0,9		1,19		1,6	
Индекс Симпсона	0,4		0,4		0,6	
Индекс Вудивисса	4		2		2	
Индекс Шеннона макс., бит/экз.	1		2		2	

Индексы видового разнообразия были не высоки (табл.2): индекс Шеннона составлял 0,9-1,6 бит/экз., индекс Симпсона изменялся в пределах 0,4-0,6, индекс Вудивисса от 2 до 4. Такие значения соответствовали «загрязненным» водам.

При анализе функциональной структуры сообщества на станциях выявлено, что на станциях, расположенных ниже по течению (напротив речного порта и сброса очистных сооружений города Казани) преобладают фильтраторы и редуценты. На вышележащей станции (в месте водозабора) отмечено более лучшее качество воды, здесь преобладают организмы-редуценты.

Заключение

В целом по результатам проведенных исследований в 2020 г. можно сделать выводы о снижении качества воды водохранилища на участке Волжского плеса Куйбышевского водохранилища от станции водозабора до станции сброса очистных сооружений у г. Казани в многолетнем аспекте.

1. Качество воды на исследуемых станциях соответствует V классу, «грязной» воде (1 ст.); для ст.3 - IV классу качества, «загрязнённой» воде. Загрязнение вызвано превышением концентраций биогенных веществ. По физико-химическим показателям вода, отобранная на станции около очистных сооружений, более худшего качества по сравнению с водой со станции около водозабора.

2. При исследовании зообентоса профундали водохранилища выявлено 8 видов организмов зообентоса, принадлежащих пяти классам: двусторчатые моллюски (2 вида), брюхоногие моллюски (1), ракообразные (1), пиявки (1), олигохеты (3 вида). Видовой состав говорит о низком биоразнообразии профундали. Доминирующими видами по показателям численности и биомассы являются моллюски *Dreissena bugensis* (140 экз./м² и 6,75 г/м²), что ранее также отмечалось для глубин водоема [5,7,8].

3. Наибольшая численность фильтраторов и редуцентов характерна для станций, расположенных ниже по течению (напротив речного порта и сброса очистных сооружений). Качество воды по индексам видового разнообразия зообентоса соответствует грязным водам.

Благодарности: организаторам экспедиции «Плавучий университет» Волжского государственного университета водного транспорта.

Список литературы:

1. Куйбышевское водохранилище. – Тольятти: ИЭВБ РАН, 2008. – 123 с.
2. Мингазова Н.М. Куйбышевское водохранилище // Вода России. Водохранилища. – Екатеринбург: изд-во “АКВА-ПРЕСС”, 2001, с. 347 - 356.
3. Курбангалиева Х.М. Данные по зообентосу Куйбышевского водохранилища. Наблюдения над формированием фауны Куйбышевского водохранилища // Ученые записки Казанского гос. Ун-та. Казань: изда-во Казан. гос. ун-та, 1966. Т.123, кн. 7. С.34-53.
4. Мельникова А.В. Зообентос мелководных участков Волжского плеса Куйбышевского водохранилища (в районе г. Казани) // Экология природных систем. – 2016, с.3-7.
5. Набеева Э.Г., Мингазова Н.М., Ахатова В.М., Набиуллин И.Р. Экология моллюсков рода *Dreissena* верхнего участка Куйбышевского водохранилища в пределах РТ // Дрейссениды: эволюция, систематика, экология. Лекции и матер. докладов 1 межд. школы - конф. - Борок: ООО «Ярославский печатный двор», 2008, с. 97-99.
6. Мингазова Н.М., Котов Ю.С., Сайфуллин Р.Р., Валиев В.С., Павлова Л.Р. Оценка экологического состояния и закономерности концентрации тяжелых металлов в компонентах экосистемы Куйбышевского водохранилища в пределах ТАССР // Тез. докл. VI Съезда Всес. Гидробиол. об-ва. Мурманск, 1991, с. 195-196.
7. Яковлев В.А., Яковлева В.А. Бентосные вселенцы и их роль в формировании биоразнообразия и в функционировании экосистем Куйбышевского и Нижнекамского водохранилищ // Матер. V республ. научн. конф. «Актуальные экологические проблемы РТ». – Казань: Отечество, 2004. – С. 245- 246.
8. Яковлева А.В., Яковлев В.А. Современная фауна и количественные показатели инвазионных беспозвоночных в зообентосе верхних плесов Куйбышевского водохранилища // Русский журнал биол. инвазий. 2010. № 2. С 97-101.
9. Мингазова Н.М., Асанова Н.Ю., Апаева А.Ф., Алиуллина Л.И., Пичугина А.В. Оценка воздействия на окружающую среду гидронамывов на реках Волга и Казанка и требования законодательства в данной области // Труды 3-й всерос. научн. конф. «Проблемы экологии волжского бассейна» «Волга 2018»: Интернет журнал широкой научной тематики. –2018. – Вып. 1. –Режим доступа: <http://vf-река-море.рф/>.

ZOOBENTHOS OF THE KUIBYSHEV RESERVOIR NEAR THE CITY OF KAZAN

Elvira G. Nabeeva, Nafisa M. Mingazova, Lyubov R. Pavlova, Ruslan O. Putintsev,
Mac Kiroa Christopher Andre

*Annotation. This article analyzes the material of the zoobenthos of the Kuibyshev reservoir, selected in August 2020. The species composition, quantitative characteristics of zoobenthos, and structural indicators of the benthic community of profundali are analyzed. The dominant species in terms of abundance and biomass are: mollusks *Dreissena bugensis*. Water quality according to zoobenthos species diversity indices corresponds to dirty waters.*

Key words: zoobenthos, water quality, species composition, indices of species diversity, alien species.