



УДК 574.583

**ЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЕР ВОЛЖСКО-КАМСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА НА
ОСНОВЕ БИОИНДИКАЦИОННОГО МЕТОДА**

Косова Мария Владимировна, аспирант кафедры Природообустройства и водопользования
Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, РТ, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Деревенская Ольга Юрьевна, к.б.н., доцент кафедры Природообустройства и водопользования
Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, РТ, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Унковская Елена Николаевна, с.н.с., заместитель директора по управлению, экологическому образованию и туризму
Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник
422537, РТ, Зеленодольский район, п. Садовый, ул. Вехова, д.1

Аннотация. Были проведены исследования зоопланктона, используемого в качестве биоиндикационного метода, для оценки современного экологического состояния озер Волжско-Камского заповедника, пострадавших в результате деятельности хозяйственных объектов в прошлом. Гидрохимический анализ воды выявил превышение ПДК по органическим и биогенным веществам в несколько раз. После органического и токсического воздействия в исследуемых озерах до сих пор наблюдается антропогенная эвтрофикация, сообщества гидробионтов восстанавливаются очень медленно. Данные гидробиологических и гидрохимических исследований представлены за 2018-2020 гг.

Ключевые слова: зоопланктон, органическое и биогенное загрязнение, заповедник, структура сообществ, биоиндикация, биологическое разнообразие, хозяйственные объекты, качество воды, оценка.

В качестве объектов для исследования были выбраны озера Гнилое, Линево и Илантово, расположенные на территории Волжско-Камского государственного природного биосферного заповедника. В 1970-1980 гг. озера испытывали интенсивное антропогенное воздействие, вызванное деятельностью бройлерной птицефабрики «Казанская» и зверосовхоза «Раифский». В результате чего процессы самоочищения для озер были угнетены, а экологическая емкость многократно превышалась.

В течение многих лет сотрудниками Волжско-Камского заповедника проводились наблюдения процессов естественного восстановления нарушенных озер.

Генезис загрязнения озера Линево. 20 июня 1986 года произошел аварийный сброс неочищенных сточных вод с бройлерной птицефабрики «Казанская», находящейся рядом с территорией заповедника. Было сброшено 300 м³ стоков в овраг, имеющий склон к реке Сер-Булак. Далее вниз по реке жидкий помет попал в озеро Линево, а затем по гидрологической системе в остальные заповедные водоемы и водотоки. Экологическая ситуация озера Ленево определялась экстремально высоким загрязнением.

Генезис загрязнения озер Гнилое и Илантово. Аналогичная проблема возникла и у других озер – Гнилое и Илантово, граничивших с территорией зверосовхоза «Раифский». Насосная станция зверосовхоза быстро вышла из строя, биополя не функционировали. На территории зверосовхоза были вырыты ямы, куда складировался навоз, затем атмосферными осадками все вымывалось и попадало в грунтовые воды, происходило непрерывное загрязнение. В донных отложениях озер содержалось большое количество биогенных и органических веществ, в связи с этим озера характеризовались как предельно токсифицированные.

В ходе полевых исследований 2019 г. совместно с сотрудниками заповедника автором были отобраны пробы (рис.1). В лабораторных условиях проводилась камеральная обработка проб 2018 – 2020 годов, которая включала определение видового состава, численности и биомассы зоопланктона. Гидробиологические расчеты проводились в соответствии с общепринятыми методами [1]. Необходимый материал для исследований был взят из Летописи природы Волжско-Камского заповедника [2,3,4].

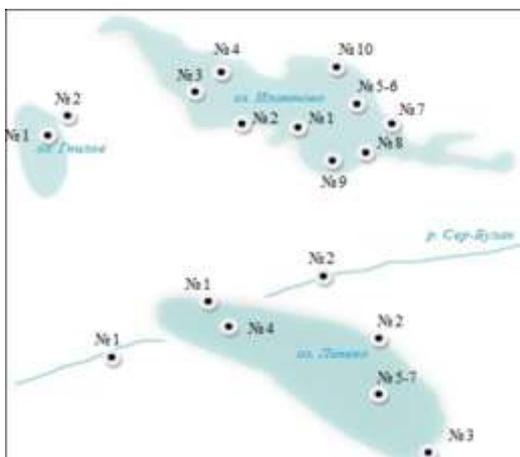


Рис.1. Схема распределения станций на исследуемых озерах в 2019 г.

В озере Гнилое отмечаются колебания численности и биомассы зоопланктона в 2018 – 2020 гг. Основу сообщества составляли коловратки (Rotifera). Доминирующий вид по численности в 2018 г. – *Postclausa hyptopus*, в 2019 г. *Asplanchna priodonta* и *Postclausa hyptopus*. В 2020 г. доминирующий по численности – *Gastropus hyptopus* и *Keratella cochlearis*. В 2018 – 2019 гг. биомасса озера Гнилое сложилась за счет вида *Asplanchna priodonta*. В 2020 г. преобладал *Thermocyclops crassus*. Структура сообществ зоопланктона, оцененная по индексу Шеннона была относительно выровненной по численности. Что касается трофического статуса вод, оцененного по значениям биомассы, озеро Гнилое относится к эвтрофному типу.

В озере Илантово в 2018 – 2020 гг. преобладали по численности и биомассе коловратки. В 2018 – 2019 гг. доминирующий вид по численности и биомассе – хищник *Asplanchna priodonta*. В 2020 г. по численности преимущественно доминировала *Keratella cochlearis*. По биомассе доминант – *Thermocyclops crassus*, субдоминант – *Asplanchna priodonta* и *Polyarthra major*. Стоит отметить, что коловратки имеют короткий жизненный цикл и при благоприятных условиях способны резко увеличивать свою численность. Такое явление характерно для эвтрофных озер [5]. Индекс Шеннона в 2018 г. показал, что сообщество не выровнено, наблюдается выраженное доминирование. Индекс Шеннона,

рассчитанный по биомассе зоопланктона, охарактеризовал озеро как эвтрофное. В 2019 г. значения индекса характеризуют структуру сообщества как более выровненную. Трофический статуса вод, в основном, показывает эвтрофность. В 2020 г. Индексы Симпсона и Шеннона относительно высокие, что говорит об относительной выровненности сообщества.

В 2018 г. численность озера Линево состояла, в основном, за счет коловраток. Преобладающий вид – *Postclausa hyptopus*. В 2019 – 2020 гг. численность на станциях сформировалась благодаря веслоногим ракообразным (Copepoda). Доминировали копеподитные стадии. В 2020 г. по численности доминировала науплиальная стадия *Nauplia*, В 2018 г. доля коловраток (Rotifera) в общей биомассе намного выше, за счет биомассы такого вида коловратки как *Asplancha priodonta*. В тех места, где мелководье и нет достаточной проточности, то там биомасса намного больше. В 2019 г. на станциях, в среднем, биомасса распределилась равномерно по таксономическим группам. Очевидных доминантов не выявлено. В 2020 г. по биомассе – *Daphnia cuculata*, *Thermocyclops crassus*, *Thermocyclops oithonoides*. Индекс Шеннона, рассчитанный по численности, в 2018 – 2019 гг., в большинстве случаев, показал, что сообщество достаточно выровнено. Трофический статус вод озера можно оценить как изменение от мезотрофного до эвтрофного. В 2020 г. значения индексов Шеннона и Симпсона высокие, благоприятные условия для обитания.

Всего 2018 г. в заповедных озерах было выявлено 33 вида зоопланктона. Основа сообщества – коловратки. Летняя численность зоопланктона в озере Гнилое – 43 тыс.экз./м³, в озере Линево – 186 тыс.экз./м³, в озере Илантово – 479,5 тыс.экз./м³. Значения биомассы в озере Гнилое – 0,17 г/м³, в озере Линево – 0,72 г/м³, в озере Илантово – 2,65 г/м³. Наибольшее видовое богатство отмечается в озере Линево.

В 2019 г. в заповедных озерах было идентифицировано 55 видов зоопланктона. Основа сообщества – коловратки. Летняя численность зоопланктона в озере Гнилое – 184,8 тыс.экз./м³, в озере Линево – 263,6 тыс.экз./м³, озере Илантово – 198,9 тыс.экз./м³. Значения биомассы в озере Гнилое – 1,35 г/м³, в озере Линево – 1,33 г/м³, в озере Илантово – 0,44 г/м³. Наибольшее видовое богатство отмечается в озере Илантово.

В 2020 г. в заповедных озерах биологическое разнообразие состояло из 31 вида зоопланктона. Основа сообщества – коловратки. Летняя численность зоопланктона в озере Гнилое – 63,32 тыс.экз./м³, в озере Линево – 71,97 тыс.экз./м³, озере Илантово – 114,22 тыс.экз./м³. Значения биомассы в озере Гнилое – 0,36 г/м³, в озере Линево – 0,26 г/м³, в озере Илантово – 0,24 г/м³. Наибольшее видовое богатство отмечается в озере Линево.

Исследовались химические показатели в 2018 – 2020 гг. Озера Гнилое и Илантово испытывают загрязнение органическими веществами и аммонийным азотом [4].

В озере Линево преобладающим загрязняющим компонентом являются биогенные вещества [3].

Таблица 1

**Некоторые химические показатели озер Гнилое, Илантово и Линево
в 2018-2020 гг.**

Показатели / Год	O ₂ раств. мг/л	БПК ₅	ХПК	NH ₄ ⁺	NO ₂ ⁻	PO ₄ ³⁻
озеро Гнилое						
2018	3,9	2,4 ПДК	2,7 ПДК	10 ПДК	норм.	6 ПДК
2019	4,33	3,7ПДК	3ПДК	2,7ПДК	норм.	2,9ПДК
2020	3,49	2,4ПДК	2,6ПДК	5,9ПДК	норм.	3,8ПДК
озеро Илантово						
2018	5,2	2,1 ПДК	1,8 ПДК	1,3 ПДК	норм.	норм.
2019	7,10	2,4ПДК	1,7ПДК	0,9ПДК	норм.	норм.
2020	6,47	1,3ПДК	1,2ПДК	0,7ПДК	норм	2ПДК
озеро Линево						
2018	4,74	1,5 ПДК	1,9 ПДК	3,7 ПДК	норм.	7,4 ПДК

2019	3,89	1,5ПДК	2,2ПДК	8,7ПДК	норм.	8,3ПДК
2020	5,11	1,6ПДК	1,7ПДК	3,3ПДК	норм.	4ПДК
Примечание: не иссл. – не исследовался показатель в данный период; норм. – показатель в пределах ПДК; н/о – показатель не обнаружен; деф - дефицит растворенного кислорода.						

В большинстве случаев придонные слои воды изучаемых озер оказываются наиболее загрязненными, что указывает на накопление донных отложений в результате загрязнения хозяйственными объектами в прошлом. В этих случаях, донные отложения являются источниками вторичного загрязнения.

Экологическое состояние озер в 2018 – 2020 гг., соответствует разрядам качества воды «достаточно-чистые» на поверхности и «слабо загрязненные» у дна. Несмотря на прошедшие изменения, наблюдается превышение ПДК по органическим и биогенным веществам. Газовый режим заповедных озер сохраняет признаки эвтрофии, свойственно перенасыщение кислородом поверхностных слоев и дефицит у дна.

После органического и токсического загрязнения в результате деятельности хозяйственных объектов, в озерах наблюдается снижение индекса сапробности на протяжении исследуемого периода, наблюдается антропогенная эвтрофикация, структура сообществ гидробионтов восстанавливается очень медленно.

Список литературы:

1. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях пресноводных водоемов. Зоопланктон и его продукты. - Л.: Зоологический институт Академии наук СССР - Государственный научно-исследовательский институт, 1982. - 33 с.
2. Наблюдения явлений и процессов в природном комплексе заповедника и их изучение по программе «Летописи природы». Летопись природы. Книга 55, 2018 г. п. Садовый 2019. – 175 с.
3. Наблюдения явлений и процессов в природном комплексе заповедника и их изучение по программе «Летописи природы». Летопись природы. Книга 56, 2019 г. п. Садовый 2020. – 222 с.
4. Наблюдения явлений и процессов в природном комплексе заповедника и их изучение по программе «Летописи природы». Летопись природы. Книга 56, 2020 г. п. Садовый 2021. – 222 с.
5. Ejsmont-Karabin J., Karabin A. The suitability of zooplankton as lake ecosystem indicators: crustacean trophic state index//Polish Journal of Ecology (Pol. J. Ecol.), 2013, 61, № 3, 561 – 573p.

ECOLOGICAL STATE OF LAKES OF THE VOLZHSCO – KAMSKY STATE NATURAL BIOSPHERE RESERVE BASED ON THE BIOINDICATION METHOD

Maria V. Kosova, Olga Yu. Derevenskaya, Elena N. Unkovskaya

Abstract. Studies of zooplankton used as a bioindication method were carried out to assess the current ecological state of the lakes of the Volzhsko – Kamsky reserve affected by the activities of economic facilities in the past. Hydrochemical analysis of water revealed an excess of MPC for organic and biogenic substances by several times. After organic and toxic effects, anthropogenic eutrophication is still observed in the studied lakes, communities of hydrobionts are recovering very slowly. The data of hydrobiological and hydrochemical studies are presented for 2018-2020.

Keywords: zooplankton, organic and biogenic pollution, reserve, community structure, bioindication, biological diversity, economic facilities, water quality, assessment.