

# ВЛИЯНИЕ САДКОВЫХ РЫБНЫХ ХОЗЯЙСТВ НА МАКРОЗООБЕНТОС ВОДОЕМОВ–ОХЛАДИТЕЛЕЙ

Н.В. Старко

Украинский НИИ экологических проблем, Харьков

*Рассмотрено состояние макрозообентоса водоемов-охладителей Змиевской ТЭС и I–II очереди Курской АЭС в условиях функционирования садковых рыбных хозяйств. Сделан вывод об увеличении биомасс “мягкого” зообентоса в водоемах вне зоны влияния рыбоводных садков и сильной его редукации под садками.*

Техногенная деятельность человека изменяет в водоемах-охладителях ряд абиотических факторов, входящих в качестве элементов в характеристику биотопа. Особенности структуры такого искусственного биотопа могут приводить к разбалансированности отдельных уровней биоты комплекса живых компонентов экосистемы, а также изменять направленность протекающих в ней процессов [1].

Анализ данных литературы и полученные нами результаты показывают, что садковые рыбные хозяйства могут становиться одним из факторов формирования гидрохимического и гидробиологического режимов водоемов-охладителей. Программа наших исследований по оценке воздействия этой формы рыбоводства на экологическое состояние водоемов включает широкий круг работ, касающихся установления изменений в гидрохимическом, гидробиологическом режиме, скорости осадконакопления, основных структурно-функциональных характеристик донных отложений и разработки методики расчета допустимой нагрузки и экологически возможного объема производства рыбы в садках в условиях конкретного водного объекта.

В настоящем сообщении дана оценка воздействия садкового рыбоводства на биомассы наиболее ценного для обитающих в водоемах рыб “мягкого” макрозообентоса водоемов-охладителей 2 крупных электростанций — тепловой (Змиевская ТЭС) и атомной (I–II очередь Курской АЭС).

Необходимость изучения макрозообентоса обусловлена тем, что под влиянием отходов рыбоводства под рыбоводными садками формируется специфический

биотоп этой группы гидробионтов, что отражается на его развитии. В то же время донные организмы, стабильно локализующиеся в определенных биотопах в течение длительного времени, являются удобными объектами биологического мониторинга за изменяющимся состоянием водных экосистем. Организмы зообентоса, чутко реагирующие на кратковременные изменения гидрохимических показателей, могут быть использованы для наблюдений и в многолетнем аспекте [2]. Надежность использования этих гидробионтов в качестве показателей степени загрязнения водоемов подтверждается также исследованиями, проведенными за рубежом [3].

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Методика исследований заключалась в сравнении обилия макрозообентоса под рыбоводными садками и на различных участках водоемов-охладителей.

При исследованиях этой группы гидробионтов обычно используют несколько количественных и качественных показателей: биомассу, численность, видовой состав, доминирующие виды и др. Наиболее точным из них, по мнению А.И. Баканова, следует считать биомассу, так как при взятии, промывке и разборке проб теряется всего несколько процентов биомассы организмов, потери же численности могут достигать значительных величин ввиду того, что мелкие организмы наиболее многочисленны [4]. О решающем значении данных по биомассе зообентоса при оценке экологического состояния водных объектов говорится и в работе О.П. Оксюк с соавт. [5]. Поэтому в качестве основной характерис-

тики макрозообентоса использовали его удельную биомассу ( $\text{г}/\text{м}^2$ ).

Точки контроля на водоеме-охладителе Змиевской ТЭС были выбраны с учетом температурных и биотопических (по характеру грунта) условий. Построен водоем был путем преобразования естественного озера Лиман. Ввиду этого практически с начала его функционирования донные отложения более 80% ложа водоема-охладителя Змиевской ТЭС представлены одной биотопической зоной — илами с той или иной примесью песка, в которых развиваются только представители “мягкого” зообентоса, в основном личинки хирономид и олигохеты [6]. Это позволило нам рассчитать средние величины обилия зообентоса в водоеме в разные годы с учетом площади каждой температурной зоны.

Пробы макрозообентоса отбирали в одной изобатической зоне, соответствующей глубинам воды в районе размещения садковых линий Лиманского рыбхоза — 3,6–5,5 м. Точки отбора проб зообентоса находились в районе водосброса ТЭС, под рыбоводными садками, в центре, западной и восточной частях водоема. При выборе временной единицы отсчета мы руководствовались выводами М.Ю. Воронина и М.В. Ермохина, считающими, что наиболее подходящими для анализа уровня количественного развития бентоса являются среднегодовые показатели обилия [7].

На водоеме-охладителе Змиевской ТЭС рыбоводные садки ежегодно располагаются в одном районе — одной температурной и биотопической (для зообентоса) зоне. При этом садковые линии закрепляются с одного края, что обуславливает их перемещение вокруг якоря. Это, с одной стороны, уменьшает волновое воздействие на них, а с другой увеличивает площадь воздействия на зообентические сообщества. В таких условиях наиболее показательным было рассмотрение обилия (удельных биомасс) бентических животных в разные годы.

Рыбоводные садки на водоеме-охладителе КАЭС I–II очереди располагались в разных температурных зонах. Ввиду того, что на водоеме развивается значительное волновое воздействие, практикуется иной тип крепления садковых линий. Здесь

садки закрепляются с двух сторон — одним концом к берегу (дамбе), вторым — якорями ко дну водоема.

Водоем-охладитель КАЭС I–II очереди был построен в пойме р. Сейм и для предотвращения всплывания торфа его ложе было покрыто песком. В таких условиях оценку воздействия проводили путем сравнения обилия бентоса под рыбоводными садками с близрасположенными точками в тех же температурных и биотопических зонах.

Отбор, разборку и анализ отобранных проб макрозообентоса осуществляли общепринятыми в гидробиологии методами.

### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рыбохозяйственное использование водоема-охладителя Змиевской ТЭС осуществляется по таким основным направлениям: зарыбление растительными рыбами и карпом, промысел и садковое рыбоводство. При этом основную часть товарной рыбы получают за счет садкового выращивания (кроме периода 1997–2001 гг.), на долю промысла приходилось не более 20% общей рыбопродукции водоема. Кормление рыбы, которая содержится в садках, искусственными кормами является основным фактором влияния садкового рыбного хозяйства на экологическую обстановку в водоеме. Но часть корма, которая не переходит в биомассу рыб (с дальнейшим изъятием из круговорота органического вещества в экосистеме) и в растворимые продукты, осаждаются на дно, увеличивая содержание органических веществ в осадках и общий объем донных отложений.

В первые годы существования водоема-охладителя количественные показатели развития макрозообентоса не отличались высокими значениями — его среднесезонная биомасса составляла 3,65–5,46  $\text{г}/\text{м}^2$  [6, 8]. Собранные в литературе и полученные нами средневегетационные биомассы макрозообентоса в водоеме-охладителе Змиевской ТЭС в разные годы приведены в табл. 1. Там же представлены сведения по производству рыбы в садках Лиманского рыбхоза и соотношения биомасс зообентоса в температурной зоне расположения садков и под садками.

Таблица 1. Средневегетационные биомассы “мягкого” макрозообентоса в водоеме-охладителе Змиевской ТЭС в разные годы

Год	Выращено рыбы в садках, т	Средняя биомасса зообентоса, г/м <sup>2</sup>			
		*По водоему	В температурной зоне садков (А)	Под садками (В)	А/В
Ср. 1973–1975	95,6	5,86 [9]	6,68 [9]	6,15 [9]	1,09
1981	1131,6	5,54 [10]	6,39 [10]	1,67 [10]	3,83
1984	1319,7	8,57	12,01	1,52	7,90
1985	1248,2	23,59	28,36	0,97	29,23
1986	1464,7	39,42	31,98	0,70	45,69
1995	350,0	21,12	33,71	2,94	11,46
1997	70,6	15,46	20,92	5,12	4,09
2001	13,2	7,39	5,84	1,62	1,51
2004	150,0	4,99	6,02	2,68	2,25
2005	112,8	6,39	4,51	2,06	2,19
2006	133,0	7,16	7,67	9,92	0,77

\*Рассчитано с учетом площадей температурных зон.

Таким образом, исследования кормовой базы рыб-бентофагов в водоеме-охладителе Змиевской ТЭС свидетельствуют о сильном влиянии на нее садкового рыбного хозяйства. Учитывая биомассы макрозообентоса, кислородный режим в придонных слоях в районе садков, а также характер крепления садковых линий (одним якорем), можно сказать, что около 2 км<sup>2</sup> дна полностью исключаются из нагульных участков рыб-бентофагов. Вместе с тем, учитывая технический статус водоема, последствия ухудшения состояния зообентоса необходимо оценивать прежде всего с точки зрения формирования рыбопродукции. Общая биомасса “мягкого” бентоса в районе влияния садкового хозяйства может быть

оценена в 13,6 т, что соответствует потенциальной рыбопродуктивности на уровне 5,2 т при потреблении рыбами 50% продукции бентоса [11]. При вылове, составляющем 30% запаса, недоулов товарной рыбы за счет исключения этого района из нагульных участков может быть оценен в 1,6 т ежегодно (1,0–1,4% объемов выращенной в садках рыбы).

По данным табл. 1 были рассчитаны коэффициенты корреляции между биомассами зообентоса и производством рыбы в садках (табл. 2).

Данные табл. 2 показывают, что взаимосвязь между объемами производства рыбы в садках и средними удельными биомассами макрозообентоса в водоеме-охладителе Змиевской ТЭС вне садков

Таблица 2. Коррелятивные связи между объемами производства рыбы в садках и средней биомассой макрозообентоса в водоеме-охладителе Змиевской ТЭС

Район	Показатель			Вывод о взаимосвязи
	R	t		
		t <sub>факт</sub>	t <sub>табл</sub>	
Весь водоем	+0,620±0,171	2,736	t <sub>0,05</sub> = 2,160	Существенна при t <sub>0,05</sub>
Температурная зона размещения садков	+0,492±0,229	1,786	t <sub>0,10</sub> = 1,796	Не существенна
Под садками	-0,570±0,213	2,080	t <sub>0,10</sub> = 1,812	Существенна при t <sub>0,10</sub>

за период 1966–2006 гг. имеет средний положительный характер и достоверна в целом в водоеме-охладителе в 95% случаев и не достоверна в температурной зоне размещения садков. Корреляция объемов выращивания рыбы в садках и удельными биомассами зообентоса под садками достоверна в 90% случаев и носит средний, но отрицательный характер.

На водоеме-охладителе Курской АЭС на протяжении 1983–1985 гг. выращивали рыбу в садках экспериментального Курчатовского рыбхоза. С 1987 г. начал работать полносистемный Курчатовский рыбхоз, который наряду с получением посадочного материала выращивал товарную рыбу в бассейнах и садках. Кроме того, с 1987 г. работает рыбноводный участок подхоза КАЭС (садки). Осуществляемые перестановки садковых линий и разные периоды их эксплуатации позволили оценить изменения обилия зообентоса при разной нагрузке от рыбноводных садков.

Сводные результаты анализа состояния макрозообентоса в водоеме-охладителе I–II очереди Курской АЭС (в тех же биотопах) при разной продолжительности функционирования садковых рыбных хозяйств представлены в табл. 3.

Данные табл. 3 показывают, что поступление с отходами садкового рыбноводства большого количества органических веществ в целом оказывает угнетающее

действие на развитие донных зооценозов. Уже через 2 месяца в зонах сильного и умеренного подогрева наблюдалось снижение обилия зообентоса по сравнению со средними биомассами в той же температурной зоне и на тех же биотопах в 4,30–15,33 раза. В то же время в зоне минимального подогрева происходило как снижение обилия бентических животных под началом садковой линии (в 2,07 раза), так и увеличение — в 1,75–2,36 раза. При этом наибольший рост обилия отмечен под конечными садками линии. Данный факт мы связываем с увеличением проточности на концевых участках садковых линий, обусловленной близостью водозабора АЭС.

Отмечаемое нами снижение биомасс зообентоса под рыбноводными садками на водоемах-охладителях Змиевской ТЭС и КАЭС I–II очереди наблюдалось и на других водоемах-охладителях. Так, в водоеме-охладителе Печорской ГРЭС биомасса макрозообентоса под садками была меньше таковой на основной акватории в 25 раз [12], для водоемов-охладителей Криворожской ГРЭС-2 и Беловской ГРЭС этот показатель составил 10 раз и более [13, 14]. Для некоторых водоемов показано полное отсутствие зообентоса в районе садковых линий [15, 16].

Кроме ухудшения условий обитания элиминация бентических организмов может происходить вследствие их вы-

**Таблица 3. Средние биомассы “мягкого” зообентоса водоема-охладителя КАЭС I–II очереди при разной продолжительности функционирования садковых рыбных хозяйств, г/м<sup>2</sup>**

Зона подогрева	Точка	Продолжительность воздействия садков	
		2 месяца	Через 1 год после 3 лет
Сильного	А	13,03	13,03
	В	0,85	18,07
	Изм.	–15,33	+1,39
Умеренного	А	1,59	1,59
	В	0,37	11,76
	Изм.	–4,30	+7,40
Слабого	А	0,87	–
	В	1,33	–
	Изм.	+1,53	–

*Примечания:* А — вне садков, В — под садками; Изм. — изменение, раз (+ увеличение; – уменьшение).

едания скапливающимися под садками свободноплавающими рыбами [16]. В то же время главной причиной снижения биомасс зообентоса под рыбоводными садками является, по нашему мнению, его отмирание, так как в придонных слоях воды под садками постоянно наблюдается пониженное содержание растворенного в воде кислорода, что, по данным сотрудников ВНИИПРХ, препятствует нормальному потреблению зообентоса рыбами [17].

### ВЫВОДЫ

Проведенная нами оценка воздействия садковых рыбных хозяйств на макрозообентос водоемов-охладителей показала следующее. Поступление в дон-

ные отложения с отходами рыбоводства органических веществ до определенного уровня способствует росту удельных биомасс макрозообентоса. Однако при постоянном поступлении в донные отложения органических веществ с отходами садкового рыбоводства, что наблюдается под рыбоводными садками, в них начинают интенсивно протекать деструкционные процессы, поглощающие много кислорода. Это обуславливает возникновение в придонных слоях воды под рыбоводными садками анаэробных условий и появление сероводорода. Поэтому бентические сообщества в районах размещения рыбоводных садков находятся в угнетенном состоянии, а иногда и полностью элиминируются.

### ЛИТЕРАТУРА

1. *Лаврентьева Г.М., Романова А.П., Терешенкова Т.В., и др.* Характеристика водоема-охладителя Экибастузской ГРЭС-1 // Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. — Вып. 314. — СПб., 1995. — С. 7–69.
2. *Шахматова Р.А., Разгулов Ю.Н., Фрумкина О.Н.* Донные биоценозы как индикаторы качества воды // Межвуз. сб. “Наземные и водные экосистемы”. — Горький, 1987. — С. 4–8.
3. *Eley R.L., G.H. Carrol and Wody.* Effects of cages catfish culture on water quality and community metabolism of a lake // Proc. Oklach. Acad. Sci., 1972. — Vol. 52. — P. 10–15.
4. *Баканов А.И.* Методы повышения достоверности оценки кормовой базы рыб-бентофагов // Гидробиол. журн. — 1977. — Т. 13, № 4. — С. 107–112.
5. *Оксиук О.П., Зимбалева Л.Н., Протасов А.А. и др.* Оценка состояния водных объектов Украины по гидробиологическим показателям. Бентос, перифитон и зоофитос // Гидробиол. журн. — Т. 30. — № 4. — К., 1994. — С. 31–35.
6. *Дукина В.В., Захаренко А.В., Уманская М.А.* Формирование фауны донных биоценозов водоема-охладителя Змиевской ГРЭС оз. Лиман и их кормовая ценность // Рыбное хозяйство. — Вып. 15. — К., 1972. — С. 68–76.
7. *Воронин М.Ю., Ермохин М.В.* Сообщества макрозообентоса в градиенте температуры водоема-охладителя Балаковской АЭС // Поволжский экологический журнал. — 2005. — № 3. — С. 207–213.
8. *Шкорбатов Г.Л., Захаренко А.В., Васенко А.Г.* Макрозообентос водоема-охладителя Змиевской ГРЭС оз. Лиман: Материалы II симпозиума “Влияние тепловых станций на гидрологию и биологию водоемов”. — Борок, 1974. — С. 197–199.
9. Отчет о научно-исследовательской хозяйственной работе № 79–74 “Исследование гидрохимического и гидробиологического режимов оз. Лиман в связи с поступлением подогретых вод ГРЭС”. — Харьков: Государственный университет им. А.М. Горького, 1974. — 53 с.
10. НТО по теме х/д № 218: “Разработать рекомендации по улучшению гидробиологического и гидрохимического состояния пруда-охладителя Змиевской ГРЭС”. — Харьков, 1982. — 111 с.
11. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах. Задачи и методы изучения использования кормовой базы рыбами. — Л.: Изд-во АН СССР, 1984. — 19 с.
12. *Моисеева И.Г.* Характеристика зообентоса водоема-охладителя Печорской ГРЭС: Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. — Вып. 299. — Л., 1989. — С. 132–142.
13. *Загубиженко Н.И.* Донная фауна водоема-охладителя Криворожской ГРЭС-2 // Материалы II Респ. науч. конф. “Освоение теплых вод энергетических объектов для интенсивного рыбоводства”. — К.: Наук. думка, 1981. — С. 339–342.
14. *Кириллов В.В., Чайковская Т.С., Смирнов В.А. и др.* Оценка изменений качества воды водохранилища-охладителя Беловской ГРЭС после организации садкового рыбоводного хозяйства // Тез. докл. IV Всесоюз. совещ. по рыбохоз. использ. теплых вод. — М., 1990. — С. 219–222.
15. *Кораблева А.И., Загубиженко Н.И., Емец Г.П. и др.* Влияние садкового рыбоводства на качество воды водоема-охладителя ТЭЦ // Тез. докл. III Всесоюз. совещ. “Садковое рыбоводство в естественных водоемах”. — М.: ВНИИПРХ, 1988. — С. 25–26.

16. Филиппов А.А., Широкая Н.Н. Макрозообентос водоема-охладителя Черепетской ГРЭС 1: Распределение и динамика // Сб. науч. тр. ГОСНИОРХ. — Вып. 299. — Л.: ГОСНИОРХ, 1989. — С. 80–86.
17. Ильин А.И., Соловьева Л.М. Влияние кислородного режима рыбоводных прудов на использование бентоса рыбой // Вопросы интенсификации прудового рыбководства: Сб. науч. тр. ВНИИПРХ. — Вып. 41. — М.: ВНИИПРХ, 1984. — С. 49–56.

### ВПЛИВ САДКОВИХ РИБНИХ ГОСПОДАРСТВ НА МАКРОЗООБЕНТОС ВОДОЙМ-ОХОЛОДЖУВАЧІВ

*Н.В. Старко*

Розглянуто стан макрозообентоса водойм-охолоджувачів Зміївської ТЕС і I–II черги Курської АЕС в умовах функціонування садкових рибних господарств. Зроблено висновок про збільшення біомас “м’якого” зообентосу у водоймах поза зоною впливу рибницьких садків і сильну його редукцію під садками.

### IMPACT OF CAGE FISH FARMING ON MACROZOOBENTHOS IN COOLING BASINS

*N. Starko*

The state of macrozoobenthos in cooling basins of Zmievskaya power-and-heating plant and I-II-stage Kurskaya nuclear power plant under impact of cage fish farms has been considered. Data were obtained on augmentation of the “soft” zoobenthos biomasses in areas unimpacted by the fish cages and its sharp reduction under the cage.

УДК 595.18 (477)

## АНОТОВАНИЙ СПИСОК МОНОГОНОНТНИХ КОЛОВЕРТОК РЯДУ PLOIMA (ROTIFERA: EUROTATORIA, MONOGONONTA, PLOIMA) ФАУНИ УКРАЇНИ

### ПОВІДОМЛЕННЯ I

**Е.М. Овандер<sup>1</sup>, Н.С. Яковенко<sup>2</sup>, В.М. Трохимець<sup>3</sup>, Ю.Ф. Громова<sup>4</sup>,  
О.В. Пашкова<sup>4</sup>, Л.В. Гулейкова<sup>4</sup>**

<sup>1</sup> Національний науково-природничий музей НАН України, Київ

<sup>2</sup> Інститут зоології ім. І.І. Шмальгаузена НАН України, Київ

<sup>3</sup> Київський національний університет імені Тараса Шевченка, Київ

<sup>4</sup> Інститут гідробіології НАН України, Київ

*Анотований список таксонів коловерток ряду Ploima фауни України створений на основі аналізу та узагальнення опублікованих даних та колекцій авторів. До переліку додано відомі місцезнаходження видів на території країни та дані щодо їх екології, а також їхня найбільш сучасна синонімія і таксономічні нотатки. Перше повідомлення включає 11 родів (Notommatidae, Ituridae, Scaridiidae, Trichocercidae, Gastropodidae, Synchaetidae, Lindiidae, Dicranophoridae, Asplanchnidae, Microcodidae, Lecanidae), що представлені 41 родом та 342 видами і підвидами.*

Коловертки є однією з найпоширеніших та численних груп безхребетних, що населяють різноманітні водні та наземні біотопи, відіграючи одну з ключових ролей у колообігу речовин різнотипних екосистем.

Незважаючи на те, що ця поширена, численна та практично важлива група тварин на території України є об'єктом досліджень ще з кінця XIX ст. [9–10], автори обмежувалися публікуванням оригінальних робіт або зведень лише