

УДК 574.587(285.2):592.574.21

С. Н. Перова

**ПРИМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ БИОТИЧЕСКИХ
ИНДЕКСОВ ДЛЯ ОЦЕНКИ САНИТАРНОГО
СОСТОЯНИЯ РЫБИНСКОГО И ГОРЬКОВСКОГО
ВОДОХРАНИЛИЩ ПО ОРГАНИЗМАМ
МАКРОЗООБЕНТОСА**

Проанализированы наиболее распространенные и признанные методы биоиндикации. Для оценки санитарного состояния Рыбинского и Горьковского водохранилищ по организмам макрозообентоса использованы индексы: сапробности по Пантле — Букк, видового разнообразия Шеннона — Уивера, Гуднайта — Уитли и метод Цанера. Эти показатели рассчитаны для различных участков водохранилищ. Установлено, что степень загрязнения воды и грунтов в Горьковском водохранилище, глубоководная часть которого относится к α — β -мезосапробной зоне, с тенденцией к α -мезосапробной, выше, чем в Рыбинском. По состоянию макрозообентоса оба водохранилища характеризуются как умеренно загрязненные водоемы.

Ключевые слова: макрозообентос, загрязнение, методы биоиндикации, виды-индикаторы, сапробность, санитарное состояние.

Одна из актуальных задач современной водной экологии — оценка состояния экосистемы водоема, стабильности видового состава основных сообществ, а также их рациональное использование. Состояние пресноводных экосистем находится в прямой зависимости от уровня освоенности площади водосбора. Наиболее важным системным показателем изменения состояния природных экосистем под воздействием антропогенных факторов является перестройка структуры и метаболизма биоценозов [1]. В большинстве случаев изменения, происходящие в биоценозах в результате такого воздействия, прежде всего химического загрязнения, направлены в неблагоприятную для человека сторону: снижается интенсивность биологического самоочищения, уменьшаются рыбные запасы, их видовое разнообразие. Биологическое равновесие водных экосистем поддерживается многочисленными связями организмов между собой и с окружающей средой. Даже слабое антропогенное воздействие приводит к нарушению этого равновесия и к изменению видового состава биоценозов [8].

Донные животные и их сообщества, благодаря особенностям их экологии, могут служить хорошими показателями происходящих изменений внешней среды, в том числе и антропогенного характера. Они отвечают

© Перова С. Н., 2011

основным требованиям к биологическим индикаторам: широко распространены, достигая при этом достаточно высокой численности, имеют относительно крупные размеры, сочетают постоянное местообитание с определенной подвижностью, отличаются относительной легкостью сбора и обработки. Поскольку жизненный цикл представителей донной фауны превышает несколько месяцев, а иногда и лет, они способны аккумулировать загрязняющие вещества в течение достаточно длительных периодов, следовательно, они отражают долговременные изменения окружающей среды. Использование показателей развития макрозообентоса, как наиболее стабильного компонента животного населения водоемов, позволяет судить о состоянии и тенденциях развития всей экосистемы.

Материал и методика исследований. Материалом для данной работы послужили данные бентосных съемок, проведенных в сентябре 1990 и 1992 гг. на 53 стандартных станциях, расположенных в глубоководной зоне Рыбинского водохранилища (глубина более 4 м). В Горьковском водохранилище материал собирали осенью 1989, 1993, 1995 и 2000 гг. на 25 стандартных станциях (20 из них расположены в озерной, 5 — в речной части). Стандартные станции расположены в озерной части на затопленной пойме и в русле, а в речной части — в русле. В Рыбинском водохранилище станции находились на глубинах от 4 до 18 м, в Горьковском — от 4,5 до 17 м. Пробы грунта отбирали модифицированным дночерпателем Экмана-Берджа (ДАК—250) с площадью захвата $1/40 \text{ м}^2$ и дночерпателем ДАК-100 с площадью захвата $1/100 \text{ м}^2$, по 2 подъема на каждой станции. Грунт промывали через сито из газа № 17 с ячейей 400—500 мкм, фиксировали 4%-ным формалином и в лабораторных условиях выбирали макробеспозвоночных. Камеральную и статистическую обработку собранного материала проводили по стандартной методике [9] с некоторыми дополнениями [16]. Всего было собрано и обработано 236 проб макрозообентоса: 106 — в Рыбинском водохранилище, 130 — в Горьковском.

Для оценки состояния сообществ макрозообентоса использовали следующие показатели: численность N , экз/ м^2 , биомасса B , г/ м^2 , частота встречаемости P , %, количество видов S . Численность и биомасса макрозообентоса приводятся без учета крупных моллюсков [9].

Санитарное состояние водоема оценивали по индексу сапробности, рассчитанному методом Пантле — Букк [8, 23] в модификации Дзюбан и Кузнецовой [6], по индексу видового разнообразия Шеннона — Уивера [24], по плотности олигохет-тубицид (метод Цанера), [8, 14] и по доле олигохет в общей численности донных животных — индекс Гуднайта и Уитли [14, 20, 21].

Индекс Д. Кинга и Р. Болла [14], учитывающий соотношение биомассы насекомых и олигохет, а также метод Вудивисса [25], на наш взгляд, неприемлемы для глубоководной зоны водохранилищ, в которой личинки подеенок, ручейников и веснянок практически не встречаются из-за отсутствия подходящих для них условий обитания.

По мнению Е. В. Балускиной [2], показательное значение имеют не столько виды и роды, сколько подсемейства хирономид Chironominae, Tanypodinae и Orthoclaadiinae, соотношение численности которых (индекс K) связано со степенью загрязнения. Однако индекс Балускиной больше подходит для оценки степени загрязнения в реках и заросших защищенных участках водоемов — местах обитания видов семейства Orthoclaadiinae, которые редко встречаются в глубоководной зоне водохранилищ.

Результаты исследований и их обсуждение

Рыбинское и Горьковское водохранилища занимают обширную территорию, их акватория находится в районах с различной степенью антропогенного воздействия. Этим объясняется наличие в обоих водохранилищах как относительно незагрязненных участков, так и зон, подвергающихся сильному загрязнению промышленными и бытовыми сточными водами.

В экосистемах Рыбинского и Горьковского водохранилищ чрезвычайно велика роль моллюсков — дрейссенид *Dreissena polymorpha* Pallas и *D. bugensis* Andrusov, которые благодаря широкому распространению, высокой численности и биомассе (друзы дрейссены покрывают значительную площадь дна водохранилищ) существенно влияют на структуру сообществ донных макробеспозвоночных [17]. Кроме того, фильтрационная деятельность дрейссенид непосредственно влияет на качество воды и способствует процессам самоочищения, происходящим в водоемах.

Донное население и доминирующие виды макрозообентоса в Рыбинском и Горьковском водохранилище фактически одни и те же: олигохеты *Tubifex newaensis* (Michaelson), *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparede, *Potamothrix hammoniensis* (Michaelson), *P. moldaviensis* Vejdovsky et Mrazek и хирономиды *Chironomus plumosus* Linnaeus и *Procladius choreus* (Meigen) [11, 19]. На долю доминирующих видов в различных участках водохранилищ приходится ≈ 70 —80% численности и ≈ 70 —90% биомассы всего макрозообентоса.

Анализ количественного развития макрозообентоса Рыбинского водохранилища в 1990 г. показал, что, как и в предыдущие годы [3], самым бедным был Главный плес (8,14 г/м²), а наибольшая средняя биомасса — 24,37 г/м² — отмечена в Моложском плесе. Основу численности донного населения практически везде составляли олигохеты — 60—80%. Доля хирономид в общей численности макрозообентоса составляла 13—18%, а по биомассе их роль была существенно выше — до 54%. В 1992 г. количественные показатели развития донных сообществ снизились на всех плесах Рыбинского водохранилища. Наиболее заметное снижение биомассы — до 8,65 г/м² (почти в 3 раза) отмечено в Моложском плесе — самом продуктивном в 1990 г. В самом бедном бентосом Главном плесе средняя биомасса в 1992 г., по сравнению с 1990 г. уменьшилась почти в 2 раза — 4,59 г/м². Наибольшая средняя биомасса отмечена на серых илах (10—17 г/м²) и заиленном ракушечнике (до 21 г/м²).

В озерном участке Горьковского водохранилища, где большая часть площади дна занята биоценозом мотыля, наибольшие значения средневзвешен-

1. Индекс сапробности Пантле — Букк для различных плесов Рыбинского водохранилища

Годы	Волжский плес	Моложский плес	Главный плес	Шекснинский плес	В среднем по водоему
1990 г.	2,71	2,22	2,56	2,57	2,54
	2,00 – 3,00	1,91 – 2,59	1,64 – 3,29	2,16 – 2,96	1,91 – 3,29
1992 г.	2,54	2,31	2,66	2,45	2,53
	1,59 – 3,04	2,10 – 2,52	1,64 – 3,60	1,88 – 2,84	1,59 – 3,60

Примечание. Здесь и в табл. 2 и 6: над чертой — среднее значение, под чертой — разброс колебаний.

ной биомассы макрозообентоса зарегистрированы в 1989 г. — 23 г/м² и в 2000 г. — 28,1 г/м² [10, 13]. Средняя биомасса бентоса в речной части, основу которой составляют олигохеты, не превышала 13—14 г/м².

В Главном плесе Рыбинского водохранилища, занимающем около 68% площади водоема [7], зарегистрирован наибольший размах колебаний величины сапробности (1,64—3,60), в то время как на остальных трех плесах разница между минимумом и максимумом была значительно меньше (табл. 1).

Такие различия величины сапробности в Главном плесе, на наш взгляд, связаны с наличием здесь относительно чистых участков, расположенных вдали от источников антропогенного воздействия и зон, подверженных влиянию сильно загрязненных рек Согожи и Ухры, где наблюдались максимальные величины сапробности. Наиболее высокая средняя сапробность зарегистрирована в Волжском (2,71) и Главном (2,66) плесах, которые, наряду с Шекснинским плесом, являются α -мезосапробными, в то время как Моложский плес — β -мезосапробный (см. табл. 1).

В различных биотопах Рыбинского водохранилища величина индекса сапробности существенно различалась. Максимальная средняя величина (2,7—2,9) была отмечена на серых илах, сообщества макрозообентоса которых, как и торфянистых илов, относятся к α -мезосапробной зоне (табл. 2).

Большинство станций Рыбинского водохранилища относится к β -мезосапробной зоне и к нижней границе α -мезосапробной. Небольшое количество станций, на которых отмечены величины сапробности 3,00—3,60, расположены в руслах рек, где происходит накопление аллохтонного органического вещества, поступающего с паводковыми водами. На наш взгляд, Рыбинское водохранилище по степени загрязнения, определенной с помощью индикаторных организмов макрозообентоса, можно охарактеризовать как α — β -мезосапробный водоем.

По доле олигохет в общей численности макрозообентоса — индексу Гуданайта — Уитли состояние Рыбинского водохранилища можно оценить как «сомнительное» в 1990 г. и как «хорошее» — в 1992 г. Наиболее загрязнен-

2. Индекс сапробности Пантле — Букк для различных биотопов Рыбинского водохранилища

Годы	Песок	Серый ил	Ракушечник	Торфянистый ил
1990 г.	<u>2,36</u> 1,63 – 3,21	<u>2,72</u> 1,90 – 3,29	<u>2,25</u> 1,97 – 2,93	<u>2,66</u> 2,44 – 2,96
1992 г.	<u>2,17</u> 1,64 – 2,48	<u>2,91</u> 2,35 – 3,28	<u>2,36</u> 2,06 – 2,74	<u>2,57</u> 1,59 – 3,60

3. Индекс Гуднайта — Уитли для различных плесов Рыбинского водохранилища

Годы	Волжский плес	Моложский плес	Главный плес	Шекснинский плес	Среднее по водохранилищу
1990 г.	78	79	84	80	80
1992 г.	52	57	80	41	57
Среднее	65	68	82	60	—

ным, по этому показателю, был Главный плес водохранилища. В 1992 г. средние значения индекса Гуднайта — Уитли во всех плесах Рыбинского водохранилища были ниже, чем в 1990 г. (табл. 3).

С помощью метода, использующего плотность олигохет [14], загрязнение Рыбинского водохранилища можно было охарактеризовать как среднее в 1990 г. — 1204—2529 экз/м² и как слабое — в 1992 г. — 436—1200 экз/м².

Общепризнано, что количество видов и видовое разнообразие уменьшается при возрастающем загрязнении воды и грунтов. Макрзообентос Рыбинского водохранилища с самого начала его существования и в течение длительного периода наблюдений (до конца 1970-х годов) отличался бедностью видового состава и низкой средней биомассой [4]. Это было связано не с загрязнением, а с состоянием биотопа — неблагоприятными условиями для донного населения вследствие малого содержания органических веществ в затопленных почвах, занимавших большую часть площади водохранилища. В дальнейшем наблюдалось повышение обилия донных макробеспозвоночных, связанное как с трансформацией первичных затопленных грунтов и их заилением, так и с евтрофированием водоема в результате усилившегося в 70—80-е годы XX в. антропогенного воздействия. Повышению трофического статуса Рыбинского водохранилища способствовало распространение в нем биоценоза дрейссены.

До середины 1980-х годов наиболее богат макрзообентосом был Шекснинский плес. После аварии на Череповецком металлургическом комбинате в 1987 г. средняя биомасса донного населения на участках, подверженных влиянию сточных вод г. Череповца, стала уменьшаться [5]. Особенно заметно снизилось количество мелких моллюсков — сфериид, ранее широко распространенных в водохранилище, что, по-видимому, было связано с неблагоприятными условиями.

4. Частота встречаемости пизидиид Рыбинского водохранилища, %

Виды	1980 г.	1990 г.	1992 г.
<i>Amesoda solida</i>	17	6	4
<i>A. scaldiana</i>	11	0	0
<i>Pisidium amnicum</i>	36	4	9

гополучной экологической обстановкой. В начале 1990-х годов существенно снизилась встречаемость трех видов моллюсков сем. *Pisidiidae*, ранее обычных в Рыбинском водохранилище (табл. 4).

Однако, несмотря на снижение обилия и встречаемости отдельных групп (пизидииды), общее число видов донных макробеспозвоночных, обнаруженных в глубоководной зоне водохранилища, в начале 1990-х годов, по сравнению с 1980 г., возросло с 36 до 81. В речных плесах водохранилища видовое богатство и разнообразие донного населения, оцененное по индексу Шеннона, было выше, чем в Главном плесе (табл. 5).

Значения индекса Шеннона на большинстве станций водохранилища изменялись в интервале 1—3, что соответствует различной степени загрязнения от сильного до слабого. Относительно чистым можно считать Моложский плес Рыбинского водохранилища, более загрязненными — Главный, Волжский и Шекснинский.

Анализ этих характеристик показал, что в 1992 г. видовое богатство и разнообразие значительно увеличились по сравнению с 1990 г. Возросло общее количество видов, обнаруженных в каждом плесе, кроме Главного. Кроме того, во всех плесах увеличилось среднее и максимальное число видов, обнаруженных на одной станции, и средние значения индекса Шеннона (см. табл. 5). Эти наблюдения, а также данные о снижении обилия олигохет (см. табл. 3), позволяют сделать вывод об улучшении условий существования донной фауны. Следовательно, в период с 1990 по 1992 г. качество воды и грунтов, оцененное по организмам макрозообентоса, изменилось в сторону улучшения в результате идущих в водоеме процессов самоочищения. Очевидно, что главная роль в формировании качества воды и грунтов принадлежала моллюскам-фильтраторам, представленным в основном дрейссеной полиморфной [20].

В целом глубоководную зону Рыбинского водохранилища по организмам макрозообентоса можно считать умеренно загрязненной, α — β -мезосапробной.

Комплексная оценка современного состояния Горьковского водохранилища показывает, что оно подвержено заметному загрязнению. Основную антропогенную нагрузку принимает на себя речной участок, куда поступают сбросные воды Костромской ГРЭС, промышленные и бытовые стоки крупных городов и ряда более мелких источников загрязнения. В целом, по уровню продуктивности водохранилище относят к евтрофному типу, по за-

5. Видовое богатство и разнообразие макрозообентоса Рыбинского водохранилища

Показатели	Волжский плес	Моложский плес	Главный плес	Шекснинский плес	Все водохранилище
1990 г.					
Количество видов (<i>S</i>)	<u>43</u> 10(4 – 18)	<u>30</u> 10(9 – 12)	<u>34</u> 6(2 – 11)	<u>44</u> 9(6 – 18)	<u>66</u> 8(2 – 18)
<i>HN</i> , бит / экз.	<u>2,15</u>	<u>2,32</u>	<u>1,80</u>	<u>2,32</u>	<u>2,15</u>
<i>HB</i> , бит / г	<u>1,99</u>	<u>1,33</u>	<u>1,43</u>	<u>1,78</u>	<u>1,66</u>
1992 г.					
Количество видов (<i>S</i>)	<u>47</u> 12(6 – 22)	<u>35</u> 13(8 – 16)	<u>30</u> 7(1 – 19)	<u>47</u> 11(3 – 21)	<u>78</u> 10(1 – 22)
<i>HN</i> , бит / экз.	<u>2,58</u>	<u>2,81</u>	<u>1,85</u>	<u>2,57</u>	<u>2,45</u>
<i>HB</i> , бит / г	<u>1,91</u>	<u>1,89</u>	<u>1,23</u>	<u>1,32</u>	<u>1,58</u>

Примечание. Здесь и в табл. 7: для количества видов: над чертой — количество обнаруженных видов, под чертой — среднее количество видов на одной станции, в скобках — разброс колебаний.

6. Индекс сапробности Пантле — Букк для различных участков Горьковского водохранилища

Годы	Речная часть	Озерная часть		В среднем по водоему
		пойма	русло	
1989 г.	<u>2,87</u>	<u>2,79</u>	<u>2,90</u>	<u>2,85</u>
	2,21 – 3,39	2,48 – 3,02	2,78 – 3,01	2,21 – 3,39
1993 г.	<u>2,75</u>	<u>2,74</u>	<u>2,75</u>	<u>2,74</u>
	2,24 – 3,00	2,47 – 2,97	2,65 – 2,89	2,24 – 3,00
1995 г.	<u>2,64</u>	<u>2,63</u>	<u>2,63</u>	<u>2,63</u>
	2,04 – 3,12	2,13 – 3,16	2,00 – 3,15	2,00 – 3,16
2000 г.	<u>2,27</u>	<u>2,69</u>	<u>2,66</u>	<u>2,59</u>
	1,86 – 2,92	2,47 – 3,04	2,55 – 2,75	1,86 – 3,04

грязненности к β -мезо- и β - α -мезосапробному [18]. Величины сапробности в речной части Горьковского водохранилища, а также в пойме и русле его озерного участка практически не различались (табл. 6).

Наибольшие различия величин сапробности по станциям, так же как и ее максимальные значения, наблюдались в речной части водохранилища, которая в большей степени, чем озерная подвержена антропогенному воздействию.

7. Видовое богатство и разнообразие макрозообентоса Горьковского водохранилища

Годы	Количество видов (S)			$\frac{HN, \text{ бит / экз.}}{HB, \text{ бит / г}}$		
	речная часть	озерная часть		речная часть	озерная часть	
		пойма	русло		пойма	русло
1989 г.	20	21	14	1,84	1,61	1,65
	9(3 – 15)	6(3 – 11)	6(3 – 7)	1,51	0,78	0,60
1993 г.	42	35	30	2,80	2,35	2,54
	16(7 – 22)	11(3 – 16)	11(8 – 16)	2,07	1,31	1,38
1995 г.	27	27	40	2,38	1,93	2,42
	8(5 – 10)	6(3 – 12)	12(6 – 17)	1,99	1,38	1,56
2000 г.	22	16	17	1,37	0,41	1,52
	7(2 – 10)	6(4 – 9)	6(3 – 11)	1,19	0,49	0,77

В Горьковском водохранилище средняя величина сапробности и ее значения на отдельных станциях были несколько выше, чем в Рыбинском водохранилище. По величине средней сапробности (2,85) Горьковское водохранилище является α -мезосапробным водоемом. Отмечено незначительное снижение значений сапробности по всему водохранилищу в течение периода наблюдений с 1989 по 2000 г.

Анализ видового богатства и разнообразия макрозообентоса Горьковского водохранилища за период наблюдений показал, что эти характеристики были подвержены значительным изменениям (табл. 7).

Количество видов донных макробеспозвоночных было наибольшим в речной части в 1993 г. и в русле озерной части водохранилища в 1995 г. Самый значительный рост видового богатства и разнообразия донной фауны во всех биотопах произошел в 1993 г., когда, по сравнению с 1989 г., эти величины увеличились приблизительно в 1,5—2,0 раза. В 1995 г. количество видов донных макробеспозвоночных и величина индекса видового разнообразия Шеннона — Уивера были несколько ниже, чем в 1993 г., но существенно выше, чем в 1989 г. Результаты бентосной съемки 2000 г. показали значительное снижение видового богатства и видового разнообразия: эти величины были меньше, чем в 1989 г. За весь рассматриваемый период наблюдений наибольшее число видов макрозообентоса и максимальные значения индекса видового разнообразия Шеннона — Уивера были отмечены в речной части водохранилища. Значительные изменения видового богатства и разнообразия макрозообентоса речной части можно объяснить наличием локальных зон антропогенного воздействия.

Как ранее отмечалось Р. А. Шахматовой [15], об евтрофировании водоема можно судить по увеличению обилия макрозообентоса и одновременно изменению состава фауны. В 1987—1989 гг. резко снизилась встречаемость моллюсков-сфебриид, что, вероятно, было связано со значительным

8. Индекс Гуднайта — Уитли для различных участков Горьковского водохранилища

Годы	Речная часть	Озерная часть		Среднее по водохранилищу
		пойма	русло	
1989 г.	94	47	42	61
1993 г.	63	32	45	47
1995 г.	71	25	37	44
2000 г.	97	13	10	40
Среднее	81	29	33	—

антропогенным загрязнением и ростом трофического статуса водоема [10]. Известно, что подавляющее большинство представителей сем. Pisidiidae (Sphaeriidae) предпочитают мезотрофные водоемы и их обилие значительно падает при евтрофировании, что было показано на примере оз. Эструм (Дания) [22]. В 1979 г. сапробность Горьковского водохранилища была оценена как β -мезосапробная с тенденцией к α -мезосапробной [15]. Об антропогенном влиянии на речную часть свидетельствуют данные, полученные Г. Х. Щербиной при изучении влияния бытовых стоков г. Костромы [12]. Средняя численность и биомасса макрозообентоса в русле ниже города в несколько раз превышала таковые на станциях, расположенных выше города. Индекс сапробности там также был значительно выше. Установлено наличие полисапробной зоны на участке впадения богатых органическим веществом вод из Шачинского залива, где расположено садковое хозяйство по выращиванию товарной рыбы на подогретых водах Костромской ГЭС. Речная часть Горьковского водохранилища, на берегах которой расположены крупные промышленные центры, по величине индекса сапробности характеризуется большей степенью загрязнения, чем озерная. Эти выводы подтверждаются и путем сравнения индексов Гуднайта — Уитли в речной и озерной частях водохранилища (табл. 8).

В 1989 и 2000 гг. на долю олигохет в речной части приходилось более 90% общей численности донного населения, что свидетельствовало о сильном загрязнении водохранилища. В 1993 и 1995 гг. доля олигохет в речной части Горьковского водохранилища составляла в среднем менее 80%, что характеризовало состояние водоема как сомнительное. В пойме и в русле озерной части олигохеты составляли менее 60% общей численности макрозообентоса, что соответствовало хорошему состоянию водоема. В целом по водохранилищу отмечена тенденция снижения доли олигохет с 1989 по 2000 г. (см. табл. 8).

По плотности олигохет в 1989 и 1993 гг. загрязнение речной части характеризовалось как среднее (соответственно 2496 и 1820 экз/м²), озерной части — слабое (< 1000 экз/м²). Численность олигохет в речной части в 1995 г. составляла 508 экз/м², в 2000 г. — 248, что соответствовало слабому загрязнению, в озерной части — 1040—1393 экз/м² — среднее загрязнение. В целом глубоководную зону Горьковского водохранилища по использованным

показателям можно характеризовать как умеренно загрязненную, α — β -мезосапробную, с тенденцией к α -мезосапробной.

Заключение

С помощью использованных методов оценки качества воды и грунтов по организмам макрозообентоса Рыбинское и Горьковское водохранилища можно охарактеризовать как умеренно загрязненные водоемы. Значительный размах колебаний величины сапробности — 1,59—3,60 в Рыбинском водохранилище и 1,86—3,39 в Горьковском — обусловлен наличием как относительно чистых участков, так и зон локального загрязнения. Средние величины сапробности по индексу Пантле — Букк на стандартных станциях Горьковского водохранилища были несколько выше, чем таковые в Рыбинском водохранилище. Следовательно, степень загрязнения воды и грунтов в Горьковском водохранилище выше, чем в Рыбинском. Это связано с различной морфометрией, гидрологией и занимаемой площадью исследованных водоемов. На состоянии макрозообентоса Горьковского водохранилища сказывается влияние бытовых и промышленных стоков крупных городов, расположенных по берегам его речной части, а судоходство является основным источником нефтяного загрязнения. Увеличение видового богатства и разнообразия макрозообентоса и снижение доли олигохет, отмеченные в конце XX в., свидетельствуют об идущих процессах самоочищения и улучшения санитарного состояния обоих водохранилищ.

**

Для оцінки санітарного стану Рибінського і Горьківського водосховищ за організмами макрозообентосу використані індекси: сапробності по Пантле — Букк, видової різноманітності Шеннона — Уївера, Гуднайта — Уїтли і метод Цанера. Проаналізовано зміни цих характеристик різних ділянок водосховищ. За таксономічним складом і кількісним показникам розвитку макрозообентосу Рибінське і Горьківське водосховища характеризуються як помірно забруднені водойми. Судячи з величини середньої сапробності, ступінь забруднення води і ґрунтів Горьківського водосховища вищий, ніж Рибінського. Встановлено, що глибоководна частина Рибінського водосховища відноситься до α — β -мезосапробної зони, а Горьківського — до α — β -мезосапробної, з тенденцією до α -мезосапробної.

**

The following indices were used to assess sanitary state of the Rybinsk and Gorky Reservoirs by microzoobenthos organisms: saprobity by Pantle — Buck, species diversity by Shannon — Weaver and Goodnigh — Whitley, and Zahner method. Changes in these characteristics are analyzed for different parts of the reservoirs. By taxonomic composition and quantitative parameters of macrozoobenthos development, the Rybinsk and Gorky Reservoirs are characterized as moderately polluted bodies of water. Judging by the values of average saprobity by Pantle — Buck, the level of water and sediments pollution is the Gorky reservoir is higher than in the Rybinsk Reservoir. It is shown that the deep-water part of the Rybinsk Reservoir belongs to the α — β -mesosaprobic zone and of the Gorky Reservoir — to the α — β -mesosaprobic zone with a tendency towards α -mesosaprobic zone.

**

1. *Абакумов В.А.* Экологические модификации и развитие биоценозов // Экологические модификации и критерии экологического нормирования: Тр. Междунар. симп. — Л.: Гидрометеиздат, 1991. — С. 18—40.
2. *Балушкина Е.В.* Хиროномиды как индикаторы степени загрязнения вод // Методы биологического анализа пресных вод. — Л.: ЗИН АН СССР, 1976. — С. 106—118.
3. *Бисеров В.И.* Макрозообентос Рыбинского водохранилища в 1984 г. // Биология внутр. вод; Информ. бюл. ИБВВ АН СССР. — 1987. — № 74. — С. 23—27.
4. *Бисеров В.И., Митропольский В.И.* Состояние бентоса Рыбинского водохранилища в 1980 и 1982 гг. // Там же — 1985. — № 67. — С. 14—19.
5. *Бисеров В.И., Ганеева М.В., Цельмович О.Л., Широкова М.А.* Ртуть в донных отложениях и макрозообентосе Рыбинского водохранилища // Влияние стоков Череповецкого промышленного узла на экологическое состояние Рыбинского водохранилища. — Рыбинск: Госкомиздат, 1990. — С. 78—83.
6. *Дзюбан Н.А., Кузнецова С.П.* О гидробиологическом контроле качества вод по зоопланктону // Научные основы контроля качества вод по гидробиологическим показателям. Тр. Всесоюз. конф. Москва, 1—3 ноября 1978 г. — Л.: Гидрометеиздат, 1981. — С. 160—166.
7. *Законнов В.В.* Распределение донных отложений в Рыбинском водохранилище // Биология внутр. вод; Информ. бюл. ИБВВ АН СССР. — 1981. — № 51. — С. 68—72.
8. *Макрушин А.В.* Биологический анализ качества вод. — Л.: ЗИН АН СССР, 1974. — 60 с.
9. *Методика* изучения биогеоценозов внутренних водоемов. — М.: Наука, 1975. — 240 с.
10. *Перова С.Н.* Структура макрозообентоса Горьковского водохранилища // Биология внутр. вод. — 1998. — № 3. — С. 29—33.
11. *Перова С.Н., Щербина Г.Х.* Сравнительный анализ структуры макрозообентоса Рыбинского водохранилища в 1980 и 1990 гг. // Там же. — 1988. — № 2. — С. 52—61.
12. *Перова С.Н., Щербина Г.Х.* Структура макрозообентоса различных участков Горьковского водохранилища // Там же. — 2001. — № 2. — С. 93—100.
13. *Перова С.Н., Щербина Г.Х.* Многолетние изменения видового состава макрозообентоса Горьковского водохранилища // Там же. — 2002. — № 3. — С. 55—64.
14. *Финогенова Н.П., Алимов А.Ф.* Оценка степени загрязнения вод по составу донных животных // Методы биологического анализа пресных вод. — Л.: ЗИН АН СССР, 1976. — С. 95—106.
15. *Шахматова Р.А., Кравченко А.А., Ерофеева А.Н.* Зообентос Горьковского водохранилища // Эколого-фаунистические исследования в нечерноземной зоне РСФСР. — Саранск: Изд-во Мордов. ун-та, 1983. — С. 64—70.
16. *Щербина Г.Х.* Годовая динамика макрозообентоса открытого мелководья Волжского плеса Рыбинского водохранилища // Зооценозы водоемов

- бассейна Верхней Волги в условиях антропогенного воздействия. — СПб.: Гидрометеиздат, 1993. — С. 108—144.
17. Щербина Г.Х. Роль *Dreissena polymorpha* (Pall.) в пресноводных сообществах бассейна Верхней Волги // Моллюски. Проблемы систематики, экологии и филогении. — СПб.: Зоол. ин-т РАН, 2000 — С. 161—163.
 18. Щербина Г.Х. Макрозообентос // Современная экологическая ситуация в Рыбинском и Горьковском водохранилищах: состояние биологических сообществ и перспективы рыборазведения. — Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. тех. ун-та, 2000 — С. 216—231.
 19. Щербина Г.Х., Баканов А.И., Перова С.Н. Структура и функционирование биологических сообществ: Макрозообентос. // Экологические проблемы Верхней Волги. — Ярославль: Изд-во Ярослав. гос. тех. ун-та, 2001. — С.141—151.
 20. Goodnight C.I. The use of aquatic macroinvertebrates as indicators of stream pollution // Transaction of the Amer. Microsc. Society. — 1973, Vol. 92. — N 1. — P. 1—13.
 21. Goodnight C.I. Whitley L. S. Oligochaetes as indicators of pollution // Proc. 15th Ind. Waste Conf., Purdue Univ. Ext. Ser. — 1961. — Vol. 106. — P. 139—142.
 22. Holopainen I.J., Jonasson P.M. Bathymetric distribution and abundance of *Pisidium* (Bivalvia. Sphaeriidae) in Lake Estrom, Denmark, from 1954 to 1988 // Oikos. — 1989. — Vol. 55, N 3. — P. 324—334.
 23. Pantle R. und Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // Gas- und Wasserfach. — 1955. — Bd. 96, H. 18 — S. 604.
 24. Shannon C.B., Weaver W. The mathematical theory of communication — Urbana, University of Illinois press, 1963. — 345 p.
 25. Woodiwiss F.S. The biological system of stream classification used by the Trent River Broad // Chem. And Industr. — 1964. — Vol. 11. — P. 443—447.