

Биоразнообразие зоопланктона и экологическое состояние некоторых малых рек Беларуси

О.В. КОВАЛЕВА

Основу работы составляет анализ более 300 проб зоопланктона, собранных в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра. Качество воды в реках по ряду показателей не соответствует требованиям. В зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, в том числе 32 – Rotifera, 20 – Cladocera и 6 – Copepoda. Отмеченные виды относятся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Из всех видов и вариететов зоопланктона, обнаруженных в исследованных водотоках, для 50 (более чем для 86%) отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности. Наибольшее их количество (32%) относится к олигосапробной зоне, чуть меньше (30%) – к β -мезосапробной зоне. Индекс видового разнообразия в разные периоды наблюдений изменялся в реках в пределах 0,95–2,11, индекс Пантале и Букка – 1,1–2,56. Исследуемые реки характеризуются как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды. Однако р. Уза летом и осенью в разные годы исследований по величинам индекса относится к категории «загрязненная», то есть IV классу качества. Во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности, что подтверждается результатами регрессионного анализа.

Ключевые слова: малые реки, зоопланктон, индекс сапробности, оценка качества.

Basis of work makes more than 300 tests of a zooplankton in 2006-2012 on 7 small rivers relating to the basin of Dnepr. Quality of water in the rivers on a number of indicators doesn't conform to requirements. In a zooplankton of the rivers 58 types and вариететов, including 32 – a Rotifera, 20 – Cladocera and 6 – Copepoda are revealed. Noted types belong to 4 groups, 15 families and 31 genus. From all types a zooplankton, found in waterways, for 50 (more than for 86%) specific belonging to this or that degree of a saprobnost is noted. Their greatest number (32%) treats an oligosaprobny zone, it is slightly less (30%) – to β -mezosaprobnoy to a zone. The index of a specific variety during the different periods of supervision changed in the rivers within 0,95-2,11, an index to Pantle and Bukka – 1,1-2,56. The studied rivers are characterized as "moderately (poorly) polluted" that corresponds to the III class of quality of water. However, the Uza River in the summer and in the fall in different years of researches on sizes of an index belongs to a category "polluted", that is to the IV class of quality. In all rivers decrease in sizes of an index of a specific variety is observed at increase in an index of a saprobnost that is confirmed by results of the regression analysis.

Keywords: small rivers, zooplankton, saprobnost index, quality assessment.

Введение. Малые реки являются самым многочисленным объектом среди водотоков и всех типов пресных вод [1, с. 3]. Они составляют основу речной сети Республики Беларусь, где наиболее распространены равнинные малые реки, которые протекают в относительно неглубоких, хорошо разработанных широких долинах с пологими склонами. Количество малых рек (до 100 км) и ручьев (до 10 км) в республике составляет 19,3 тыс. (93% всех рек), а их общая протяженность – 48,8 тыс. км, или 53% общей протяженности рек [2, с. 13]. Только рек длиной от 10 до 100 км насчитывается 1441, а их суммарная длина составляет 31 тыс. км. Наиболее густыми речными районами являются северо-запад и северо-восток Беларуси, принадлежащие в первом случае бассейну Немана, а во втором – бассейну Днепра и Припяти.

Малые реки формируют средние и большие реки, определяют их качество, отражают химические особенности местного стока, тесно связаны с окружающим ландшафтом, служат индикаторами физико-географических особенностей территории, степени ее освоения людьми и влияния их хозяйственной деятельности, состояние русел малых рек в значительной мере отражает общую экологическую ситуацию в том или ином регионе. Антропогенное воздействие вызывает глубокие изменения качества поверхностных вод, а его негативные последствия на малых реках видны раньше и резче, чем на других типах водных объектов [1, с. 21, 95]. Процессы, происходящие на малом водосборе, быстро отражаются на состоянии реки, ее стоке, русловых процессах, в то время как факторы, определяющие

формирование стока большой реки, в силу разновременности воздействия на растянутой в пространстве территории носят взаимно сглаживающий и более длительный характер [3, с. 33]. Поэтому исследование экологии малых рек имеет большое теоретическое и практическое значение.

Несмотря на вышесказанное, гидрологический режим, гидрохимические и гидробиологические особенности малых рек изучены намного хуже, чем средних и крупных водотоков, озер и водохранилищ. На малых реках Республики Беларусь не проводилось специальных исследований, посвященных изучению сообществ гидробионтов и, в частности, зоопланктона. Необходимо отметить, что показатели видового состава, количественного развития, организации, трофической структуры зоопланктона являются показателями экологического состояния водных объектов и используются для их индикации.

Цель работы состояла в изучении видового состава зоопланктона, оценке экологического состояния, установлении трофического статуса некоторых малых рек Гомельской и Могилевской областей Республики Беларусь.

Материал и методика исследований. Основу работы составляет анализ более трехсот проб зоопланктона, собранных в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра. Общая характеристика, расположение, факторы антропогенного воздействия на реки представлены в таблице 1. Отбор количественных проб осуществлялся стандартными гидробиологическими методами. Определение видов зоопланктона проводилось по определителям [4], [5], [6], др. Изучались также 18 гидрохимических характеристик, включая концентрацию растворенного в воде кислорода, насыщение кислородом, прозрачность, величину БПК₅, содержание взвешенных веществ, цветность воды, рН, концентрации азота аммонийного, нитритного, нитратного, фосфатов и др., на основе которых были определены классы и разряды качества воды рек. Индекс видового разнообразия определялся по формуле Маргалефа [7], показатели сапробности – по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Гидрохимическими исследованиями установлено, что в целом рН воды рек составляет 7,3–8,5, содержание взвешенных веществ – 2,85–8,15 мг/дм³, растворенного кислорода – 5,2–8,6 мг/дм³, величины цветности изменяются в пределах 70,5–145,0 град., показатель насыщения кислородом – 59,63–102,56, величины прозрачности – 0,35–0,75 м. Во всех исследованных реках отмечается превышение величин железа – в 1,09–9,01 раз. В большинстве водотоков качество воды не соответствует предъявляемым требованиям по содержанию марганца (1,11–2,72 ПДК), азота аммонийного (1,02–5,26 ПДК), азота нитритного (1,14–2,04 ПДК), цинка (1,11–1,19 ПДК), в ряде рек – фосфора фосфатного (1,21–7,48 ПДК), БПК₅ (1,04–2,12 ПДК), в реках Уза и Бобруйка – нефтепродуктов (1,05–1,40 ПДК). В летний период в реках, испытывающих влияние сточных вод, зарегистрировано снижение величин прозрачности воды по диску Секки, содержания растворенного кислорода ниже допустимого на 1,50–2,83 мг О₂/дм³, повышение величин БПК₅. Полученные данные позволили отнести воду рек Уза и Бобруйка – к 4 классу качества воды (загрязненная, разряд качества а–б), воду остальных рек – к 3 классу (удовлетворительной чистоты, разряд качества а–б).

Как показывают результаты исследований, в зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, в том числе 32 (55,2%) – коловраток, 20 (34,5%) – ветвистоусых и 6 (10,3%) – веслоногих ракообразных (таблица 2). Отмеченные виды относятся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Количество видов и вариететов, обнаруженных в разных реках, значительно варьирует и составляет 13 (Журбица), 15 (Бобруйка), 16 (Грабовка), 24 (Столбунка), 25 (Терюха), 27 (Липа), 50 (Уза).

На первом месте по числу видов находится отряд Ploimida, включающий 29 видов и вариететов, что составляет 50,0% видового разнообразия всего зоопланктона и 90,6% – коловраток, на втором месте – отряд arhniiformes (34,5% общего разнообразия), к которому относятся все обнаруженные виды Cladocera. Наибольшее видовое разнообразие зоопланктона свойственно семейству Brachionidae – 13 видов и вариететов (22,4% разнообразия всего зоопланктона и 40,6% – коловраток). На втором месте – семейство Daphniidae – 9 видов (15,5%

Таблица 1 – Краткая характеристика исследованных рек

Река	Длина, км	Площадь водосбора, км ²	Расход в устье, м ³ /с	Краткая характеристика	Факторы антропогенного воздействия	Класс и разряд качества
Уза	76	944	3,4	Река в Буда-Кошелевском и Гомельском районах Гомельской области, правый приток р. Сож	Сброс очищенных сточных вод г. Гомель, рекреационное использование	4 б
Журбица	6,8	–	–	Река в Буда-Кошелевском районе Гомельской области, левый приток р. Уза	Сброс сточных вод г. Буда-Кошелево, рекреационное использование	4 а
Столбунка	22	192	–	Река в Ветковском районе Гомельской области и Брянской области России, левый приток р. Беседь	Выпас скота, поверхностный сток с сельскохозяйственных, рекреационное использование, расположение на загрязненной радионуклидами территории	3 б
Терюха	57	525	1,8	Река в Дзержинском и Гомельском районах Гомельской области, левый приток р. Сож	Выпас скота, поверхностный сток с сельскохозяйственных, рекреационное использование	3 б
Грабовка	10	29	–	Река в Гомельском районе, правый приток р. Терюха	Рекреационное использование, выпас скота, сток с сельскохозяйственных	3 а
Липа	62	577	2,4	Река в Буда-Кошелевском районе Гомельской области, правый приток р. Сож	Рекреационное использование, сток с сельскохозяйственных	3 а
Бобруйца	14,5	88	–	Река в Бобруйском районе Могилевской области, правый приток р. Березина	Сброс промышленных сточных вод, рекреационное использование, протекает в черте города, в том числе, в секторе индивидуальной застройки	4 б

Примечания:

1) Классы и разряды качества воды: 3а – достаточно чистая, 3б – слабо загрязненная, 4а – умеренно загрязненная, 4б – сильно загрязненная.

общего видового богатства и 45,0% – ракообразных). К семействам Lecanidae, Chydoridae и Cyclopidae относится 7, 7 и 6 видов и вариететов соответственно. 7 семейств (Asplanchnidae, Filodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Trichocercidae, Bosminidae, Macrothricidae) включают по 2 вида, 2 семейства (Conochilidae, Filinidae) – по одному. Среди родов первое место по количеству видов и вариететов (9) занимает род *Brachionus* (15,5% общего разнообразия зоопланктон и 28,1% – такового коловраток), второе место принадлежит роду *Lecane* (7 видов и вариететов, 12,1% и 21,9% соответственно). 3 рода представлены 3–4 видами, к 6 родам относятся по 2 вида, остальные 11 родов представлены одним видом. В целом, в зоопланктоне 35,5% родов являются одновидовыми, 19,4% – двухвидовыми, и их суммарный вклад в биоразнообразие зоопланктона составляет более 55%. В составе зоопланктона рек, кроме эврибионтных видов, обнаружены виды, имеющие широкое голарктическое (*Ds. rostrata*, *Th. oithonoides*) и палеарктическое (*A. priodonta*, *K. quadrata*) распространение. Есть представители северной фауны – *Kl. longispina*, виды, которые характерны для вод, имеющих повышенную трофность – *Br. d. diversicornis* *Br. d. homoceros*. Распространены на Полесье *A. priodonta*, *Br. angularis*, *S. pectinata*, *Sc. mucronata* и др.

Таблица 2 – Видовой состав зоопланктона исследованных рек

Виды зоопланктона	Реки						
	Уза	Журбица	Столбунка	Терюха	Грабовка	Липа	Бобруйка
Rotifera:							
<i>Asplanchna priodonta</i> Gosse, 1850	+	+	+		+	+	
<i>A. sieboldi</i> (Leydig, 1854)	+						
<i>Bdelloidea</i>							
в том числе							
<i>Philodina</i> sp.	+		+			+	+
<i>Rotaria</i> sp.	+						
<i>Brachionus angularis</i> Gosse, 1851	+	+	+			+	+
<i>Br. calyciflorus amphyceros</i> Ehrenberg, 1838	+	+	+	+	+	+	+
<i>Br. c. anuraephormis</i> Brehm, 1909	+			+	+	+	
<i>Br. c. calyciflorus</i> Pallas, 1766	+	+	+	+	+	+	+
<i>Br. diversicornis diversicornis</i> (Daday, 1883)	+		+			+	
<i>Br. d. homoceros</i> (Wierzejski, 1891)	+					+	
<i>Br. quadridentatus ancylognatus</i> Schmarda, 1859	+			+			
<i>Br. q. brevispinus</i> Ehrenberg, 1832	+						
<i>Br. q. quadridentatus</i> Hermann, 1783	+	+	+	+		+	+
<i>Cephalodella fluviatilis</i> (Zavadowsky, 1962)	+			+		+	
<i>C. gibba</i> (Ehrenberg, 1832)			+				
<i>Conochilus unicornis</i> Rousselet, 1892	+						
<i>Filinia longiseta longiseta</i> (Ehrenberg, 1834)	+		+				
<i>Kellicottia longispina longispina</i> (Kellicot, 1879)			+				
<i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. c. tecta</i> (Gosse, 1851)	+	+	+	+	+	+	+
<i>K. quadrata quadrata</i> (Muller, 1786)	+			+			
<i>Lecane</i> (s.str.) <i>flexilis</i> (Gosse, 1886)	+					+	
<i>L. (s.str.) inermis</i> (Bryce, 1892)	+						
<i>L. (s.str.) luna</i> (Muller, 1776)				+			
<i>L. (s.str.) tenuiseta tenuiseta</i> (Harring, 1914)	+			+			
<i>L. (Monostyla) bulla bulla</i> (Gosse, 1832)	+						
<i>L. (M.) copies</i> (Harring et Myers, 1926)	+						
<i>L. (M.) hamata</i> (Stokes, 1869)	+		+			+	
<i>Polyartra dolichoptera</i> Idelson, 1925	+			+	+		+
<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832	+			+	+	+	

Окончание таблицы 2

Виды зоопланктона	Реки						
	Уза	Журбица	Столбунка	Терюха	Грабовка	Липа	Бобруйка
<i>Trichocerca (s.str.) cylindrica</i> (Imhof, 1891)					+		
<i>Tr. (s.str.) pusilla</i> (Lauterborn, 1898)	+			+			
Cladocera:							
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862							+
<i>Al. quadrangularis</i> (O.F.Muller, 1785)	+		+				
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	+	+	+	+	+
<i>Bosminopsis deitersi zernovi</i> Linko, 1901	+						
<i>Ceriodaphnia affinis</i> Lilljeborg, 1862	+					+	
<i>Cr. setosa</i> Matile, 1891							+
<i>Chydorus sphaericus sphaericus</i> (O.F.Muller, 1785)	+	+	+	+		+	
<i>Daphnia cucullata</i> Sars, 1862	+	+	+	+		+	+
<i>Dp. longispina</i> (O.F.Muller, 1785)	+		+	+	+	+	
<i>Dp. pulex</i> Leydig, 1860	+						
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	+		+		+		
<i>Graptoleberis testudinaria</i> (Fischer, 1851)							+
<i>Ilyocryptus sordidus</i> (Lievin, 1848)	+	+		+			
<i>Simocephalus vetulus</i> (O.F.Muller, 1776)	+					+	
<i>Alona rectangula</i> Sars, 1862							+
Copepoda:							
Cyclopoida:							
<i>Ec. serrulatus</i> (Fischer, 1851)	+		+	+		+	
<i>Macrocylops albidus</i> (Jurine, 1820)	+			+		+	
<i>Mesocyclops leuckarti</i> (Claus, 1857)	+			+	+	+	
<i>Paracyclops fimbriatus</i> (Fischer, 1853)	+						
<i>Thermocyclops crassus</i> (Fischer, 1853)	+		+			+	
<i>Th.oithonoides</i> (Sars, 1863)	+	+	+	+	+		+
Всего	50	13	24	25	16	27	15

Во всех реках отмечены 5 видов: *Br. angularis*, *Br. c. amphyceros*, *Br. c. calyciflorus*, *K. c. cochlearis*, *K. c. tecta*, *B. longirostris*, *Sc. mucronata*. В большинстве водотоков обнаружены *A. priodonta*, *Br. q. quadridentatus*, *Ch. s. sphaericus*, *Dp. cucullata*, *Dp. longispina*, *Th. oithonoides*, др., представителями редких или единичных находок были *L. (M.) b. bulla*, *Tr. (s. str.) cylindrica*, *Cr. setosa*.

Из всех видов и вариететов зоопланктона, обнаруженных в исследованных водотоках, для 50, то есть более чем для 86% отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности (таблица 3). В реках встречаются индикаторные организмы с большим интервалом сапробности – от олиго- до α -мезосапробности. Наибольшее их количество (32%) относится к олигосапробной зоне, чуть меньше (30%) – к β -мезосапробной зоне. В реках, принимающих сточные воды (Уза, Бобруйка и Журбица), отмечается тенденция к уменьшению количества олигосапробов (индикаторов чистых вод) и увеличению количества β - и α -мезосапробов (индикаторов загрязненных вод). В указанных реках, особенно в летний период, возрастает разнообразие и численность (до 42,3-74,6%) α - β -мезосапробных коловраток (род *Brachionus*).

Индекс видового разнообразия в разные периоды наблюдений изменялся в реках в пределах 1,06–2,11 (Уза), 0,99–1,88 (Журбица), 0,95–2,05 (Столбунка), 0,96–2,04 (Терюха), 1,09–1,82 (Грабовка), 0,99–2,11 (Липа), 0,96–1,84 (Бобруйка). По средним величинам индекса (в порядке убывания) реки располагаются следующим образом: Уза (1,74) → Липа (1,46) → Столбунка (1,40) → Терюха, Бобруйка (1,37) → Грабовка (1,35) → Журбица (1,32).

Рассчитанный индекс сапробности составляет 1,1–2,56 (Уза), 1,22–2,15 (Журбица), 1,33–2,14 (Столбунка), 1,35–2,15 (Терюха), 1,44–2,40 (Грабовка), 1,27–2,57 (Липа), 1,47–2,42 (Бобруйка).

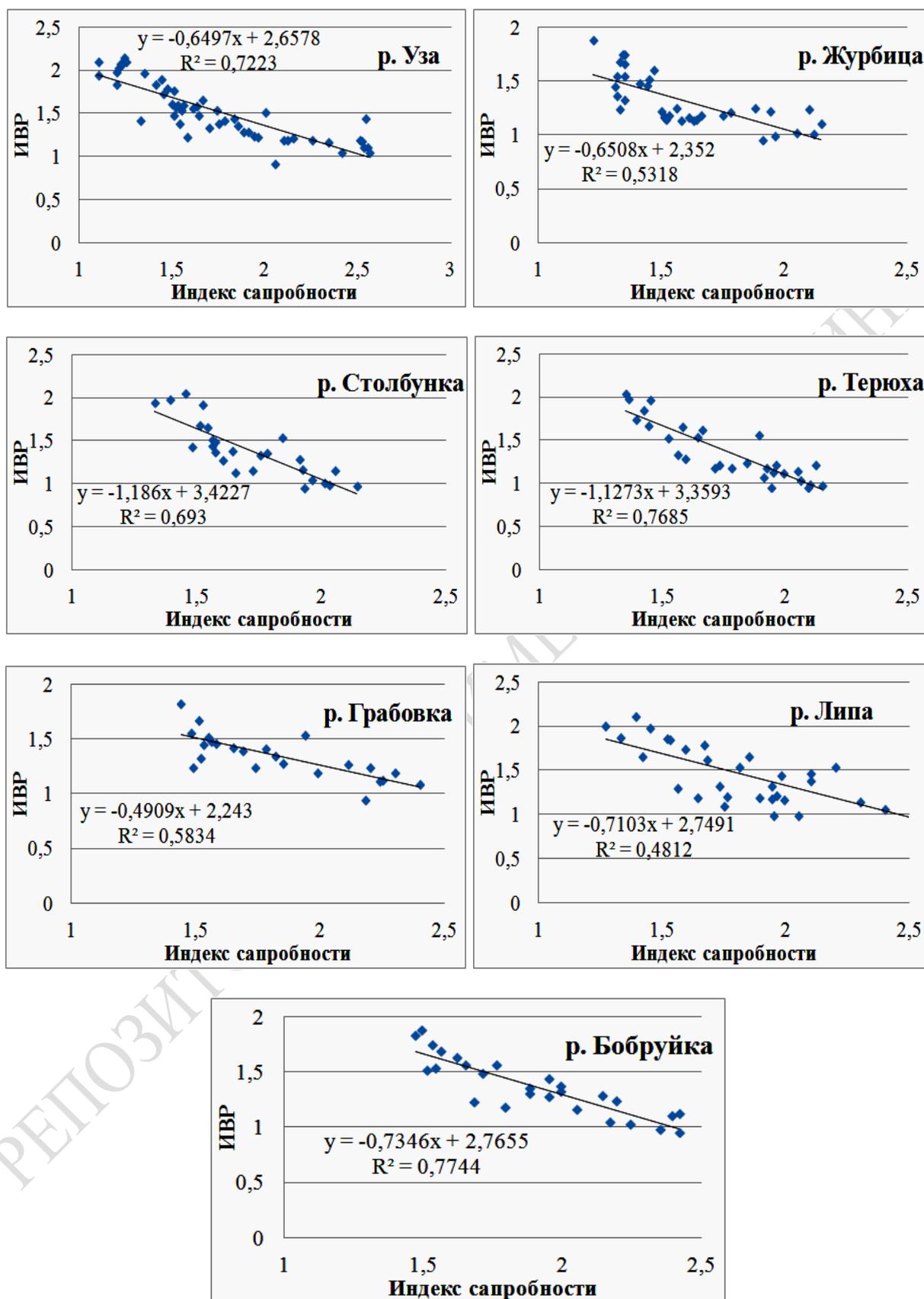


Рисунок 1 – Изменение индекса видового разнообразия зоопланктона исследованных рек в зависимости от индекса сапробности

Средние величины индекса характеризуют исследуемые реки как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды: 1,83 (Уза), 1,59 (Журбица), 1,71 (Столбунка), 1,76 (Терюха), 1,84 (Грабовка), 1,82 (Липа), 1,90 (Бобруйка). Однако р. Уза летом и осенью в разные годы исследований по величинам индекса относится к категории «загрязненная» (величины индекса 2,51–2,56), то есть IV классу качества.

Представляется интересным сопоставление индексов видового разнообразия и индексов сапробности. По полученным данным, во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности (рисунок 1). Вышесказанное подтверждается результатами регрессионного ($R^2 = 0,48 - 0,77$ $p < 0,05$) анализа. Для всех исследованных рек рассчитаны уравнения линейной регрессии зависимости индексов видового разнообразия и сапробности. Также отмечается возрастание численности зоопланктона, снижение общего видового богатства, в силу доминирования α - β -мезосапробных индикаторных видов увеличивается индекс сапробности.

Таблица 3 – Систематическая принадлежность индикаторных организмов зоопланктона в исследованных реках

Группы	Сапробность						Всего
	о	о- β	β -о	β	β - α	α	
Rotifera	10	4	2	6	4		26
Cladocera	3	6	2	7		1	19
Copepoda	3			2			5
Всего:	16	10	4	15	4	1	50

Примечание: о – олигосапробность, β – бета мезосапробность, α – альфа мезосапробность (обозначения приняты для индикаторов чистых, загрязненных, грязных вод соответственно)

Заключение. Исследования, проведенные в 2006-2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра, показали, что качество воды в них по ряду показателей не соответствует предъявляемым требованиям. Реки загрязнены железом, азотом аммонийным, азотом нитритным, фосфором фосфатным и другими компонентами, которые в 1,02-7,48 раз превышают ПДК. В зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, в том числе 32 (55,2%) – коловраток, 20 (34,5%) – ветвистоусых и 6 (10,3%) – веслоногих ракообразных. Отмеченные виды относятся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Из всех видов и вариететов зоопланктона, обнаруженных в исследованных водотоках, для 50 отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности. Наибольшее количество видов относится к олигосапробной зоне, чуть меньше – к β -мезосапробной зоне.

Индекс видового разнообразия в разные периоды наблюдений изменялся в реках в пределах 0,95–2,11, индекс Пантле и Букка – 1,1–2,56. Исследуемые реки характеризуются как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды. Однако р. Уза летом и осенью в разные годы исследований по величинам индекса относится к категории «загрязненная», то есть IV классу качества. Во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности, что подтверждается результатами регрессионного анализа.

Литература

1. Крылов, А.В. Зоопланктон равнинных малых рек / А.В. Крылов. – М.: Наука, 2005. – 263 с.
2. Блакітны скарб Беларусі: Рэкі, азёры, вадасховішчы, турысцкі патэнцыял водных аб'ектаў. – Мінск : БелЭн, 2007. – 480 с.
3. Ткачев, Б.П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: Аналитический обзор / Б.П. Ткачев, В.И. Булатов. – Новосибирск : [б. и.], 2002. – 113 с.
4. Guides to the Identification of the Microinvertebrates of the Continental Waters of the World / Coordinating editor H.J.F. Dumont: Cladocera. The Chydoridae and Sarsiinae (Chydoridae) of the World / by N.N. Smimov. – Amsterdam: SPB Academic Publishing. – 1996. – 197 p.

5. Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Ракообразные / под общ. ред. С.Я. Цалолыхина. – СПб : Наука, 1995. – Т. 2. – 632 с.
6. Кутикова, Л.А. Коловратки фауны СССР (Rotatoria) / Л.А. Кутикова. – Ленинград : Наука, 1970. – 744 с.
7. Margalef R. Diversity and stability a proposal and a model of inter dependence // Brookhaven Symp. Biol. – 1969. -Vol. 22. – P. 25–37.
8. Pantle, R. Die biologische Uerwachung der Gawasser und die Darstellung der Ergebnisse / R Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96, № 18. – 604 s.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступила в редакцию 15.05.2013

РЕПОЗИТОРИЙ ГГУ ИМЕНИ Ф. СКОРИНЫ