

УДК 504.064.36.574

**ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ И ТРОФИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ ЗООПЛАНКТОНА,
КАЧЕСТВО ВОДЫ НЕКОТОРЫХ МАЛЫХ РЕК БАССЕЙНА ДНЕПРА****О. В. Ковалёва**

кандидат биологических наук, доцент, зав. кафедрой экологии

УО «Гомельский государственный университет им. Ф. Скорины», г. Гомель, РБ

Исследования проведены в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра. В зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, принадлежащих к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. Под влиянием различных видов антропогенного воздействия в зоопланктоне рек снижается индекс видового разнообразия, возрастает доминирование групп организмов, добывающих пищу с поверхности субстрата, увеличивается доля видов-индикаторов загрязнения и индекс сапробности Пантле и Букка. Все исследуемые реки характеризуются как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды.

Введение

Малые реки являются самым многочисленным объектом среди водотоков и всех типов пресных вод [1, 3]. Они имеют большое теоретическое, практическое и хозяйственное значение: 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, участвуют в воспроизводстве рыб, используются в хозяйственно-питьевом, культурно-бытовом, промышленном водоснабжении, имеют также рыбо- и сельскохозяйственное, декоративное назначение и др. Одна из основных особенностей малых рек – тесная связь с окружающим ландшафтом. Процессы, происходящие на малом водосборе, быстро отражаются на состоянии реки, ее стоке, русловых процессах, в тоже время как факторы, определяющие формирование стока большой реки, в силу одновременности воздействия на растянутой в пространстве территории носят взаимно сглаживающий и более длительный характер [2, 33]. Состояние русел малых рек в значительной мере отражает общую экологическую ситуацию в том или ином регионе. Вместе с тем малые реки являются одним из наиболее чувствительных и уязвимых элементов окружающей среды. Усиленная антропогенная нагрузка на малые водотоки приводит к их укорачиванию, обмелению и даже исчезновению, что, в свою очередь, сказывается на крупных реках. Неудовлетворительное состояние малых рек, особенно качество воды в них, вызывает растущую тревогу. 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, чем и обусловлена актуальность настоящей работы.

Цель исследования: установить видовой состав, характеристики структурной организации сообществ зоопланктона рек и на их основе определить экологическое состояние водотоков.

Для реализации цели были поставлены **задачи:**

1. Выявить видовое и таксономическое разнообразие зоопланктона рек.
2. Установить тенденции изменения характеристик видовой состава и структурной организации сообществ зоопланктона рек при антропогенном воздействии и загрязнении.
3. Оценить экологическое состояние и установить класс качества воды водотоков.

Материал и методы исследований

Основу работы составляет анализ более 300 проб зоопланктона, собранных в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра и протекающих на территории Гомельской и Могилевской областей Республики Беларусь.

Уза – река в Буда-Кошелевском и Гомельском районах Гомельской области, правый приток р. Сож. Длина – 76 км, площадь водосбора – 944 км², расход в устье – 3,4 м³/с. Испытывает влияние очищенных сточных вод г. Гомель, используется в рекреационных целях. Для проведения

настоящих исследований на реке выбраны 2 створа – выше и ниже поступления с водами Мильчанской канавы очищенных и разбавленных сточных вод г. Гомеля.

Журбица – река в Буда-Кошелевском районе Гомельской области, левый приток р. Уза. Длина – 6,8 км. Факторами антропогенного воздействия являются сброс сточных вод г. Буда-Кошелево и агрогородка Коммунар, рекреационное использование. Выбранные для исследования створы расположены в 500 метрах выше и ниже поступления сточных вод.

Столбунка – река в Ветковском районе Гомельской области и Брянской области России, левый приток р. Беседь. Длина – 22 км, площадь водосбора – 944 км². Испытывает антропогенное воздействие в виде выпаса скота, поверхностного стока с сельхозугодий и животноводческих ферм, рекреационного использования, расположения на загрязненной радионуклидами территории. Створ на реке находится в районе д. Столбун Ветковского района.

Терюха – река в Добрушском и Гомельском районах Гомельской области, левый приток р. Сож. Длина – 57 км, площадь водосбора – 525 км², расход в устье – 1,8 м³/с. Подвержена влиянию в результате выпаса скота, поверхностного стока с сельхозугодий, рекреационного использования. Точка отбора проб на реке находится у д. Грабовка Гомельского района.

Грабовка – река в Гомельском районе, правый приток р. Терюха. Длина – 10 км, площадь водосбора – 29 км². Факторы антропогенного воздействия – рекреационное использование, выпас скота, сток с сельхозугодий. Створ на реке расположен в районе д. Грабовка.

Липа – река в Буда-Кошелевском районе Гомельской области, правый приток р. Сож. Длина – 62 км, площадь водосбора – 577 км², расход в устье – 2,4 м³/с. Используется в рекреационных целях, в реку поступает сток с сельхозугодий. Пробы отбирались на реке в районе д. Липа.

Бобруйка – река в Бобруйском районе Могилевской области, правый приток р. Березина. Длина – 14,5 км, площадь водосбора – 88 км². Подвержена влиянию промышленных сточных вод, используется в рекреационных целях, протекает в черте города, в том числе в секторе индивидуальной застройки. Створы на реке находятся в черте г. Бобруйск: выше и ниже производственной базы Бобруйской дистанции пути, расположенной в водоохранной зоне Бобруйки.

Сбор, обработку проб и определение видов зоопланктона проводили стандартными, принятыми в гидробиологии методами [3]. Для оценки разнообразия применяли индекс видового богатства Маргалёфа [4]. При фаунистическом анализе рассматривали степень сходства видового состава зоопланктона по индексу Чекановского-Соренсена [5]. Экологические и трофические группы зоопланктона выделяли по Ю. С. Чуйкову [6] и А. В. Крылову [1, 7–8]. При оценке экологического состояния водотоков использовали метод Пантле-Бука в модификации Сладечека [7].

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.

Результаты исследований и их обсуждение

Установлено, что во всех исследованных реках концентрации железа общего в 1,09–9,01 раз превышают ПДК. Большинство рек также загрязнены марганцем (1,11–2,72 ПДК), азотом аммонийным (1,02–5,26 ПДК), азотом нитритным (1,14–2,04 ПДК), цинком (1,11–1,19 ПДК), фосфором фосфатным (1,21–7,48 ПДК), БПК₅ (1,04–2,12 ПДК), реки Уза и Бобруйка – нефтепродуктами (1,05–1,40 ПДК).

В зоопланктоне исследованных рек обнаружено 58 видов и вариететов, относящихся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду (таблица 1).

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). Среди отмеченных видов к коловраткам (Rotifera) относится 32 (55,2%), ракообразным – 26 (44,8%), в том числе Cladocera – 20 (34,5%), Copepoda – 6 (10,3%). 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 Daphniiformes (34,5% общего видового разнообразия, включает все обнаруженные виды Cladocera).

Таблица 1 – Таксономическая структура зоопланктона исследованных рек

Таксономические единицы	Группы			Всего
	Rotifera	Cladocera	Copepoda	
Отряды	2	1	1	4
Семейства	10	4	1	15
Роды	13	13	5	31
Виды	26	20	6	52
Виды и варианты	32	20	6	58

Наибольшей видовой насыщенностью характеризуется семейство Brachionidae, включающее 13 видов и вариантов (22,4% биоразнообразия всего зоопланктона и 40,6% – коловраток). Семейству Daphniidae принадлежат 9 видов (15,5% общего видового богатства и 45,0% – такового планктонных ракообразных). К трем семействам – Lecanidae, Chydoridae и Cyclopidae относятся соответственно 7, 7 и 6 видов и вариантов, семь семейств – Asplanchnidae, Filodinidae, Notommatidae, Synchaetidae, Trichocercidae, Bosminidae, Macrothricidae – включают по 2 вида, два семейства – Conochilidae, Filinidae – по одному.

На первом месте по количеству видов и вариантов (9) находится род *Brachionus*, которому принадлежит 15,5% общего разнообразия зоопланктона и 28,1% – такового коловраток. Второе место занимает род *Lecane*, включающий 7 видов и вариантов (12,1% общего видового богатства и 21,9% – такового Rotifera). К трем родам (*Ceriodaphnia*, *Daphnia*, *Keratella*) принадлежит по 3–4 вида, к шести родам (*Asplanchna*, *Cephalodella*, *Trichocerca*, *Alona*, *Pleuroxus*, *Thermocyclops*) относится по 2 вида, остальные одиннадцать родов включают по одному виду. Всего в зоопланктоне рек 19,4% родов являются двухвидовыми, 35,5% – одновидовыми, и их суммарный вклад в биоразнообразии зоопланктона составляет более 55%.

В составе зоопланктона прежде всего имеются виды с обширным всесветным распространением – *Bosmina longirostris* (O. F. Muller, 1785), *Bosminopsis deitersi zernovi* Linko, 1901 *Ceriodaphnia quadrangular* (O. F. Muller, 1785), *Daphnia longispina* (O. F. Muller, 1785), *Dp. pulex* Leydig, 1860, *Graptoleberis testudinaria* (Fischer, 1851), *Eucyclops serrulatus* (Fischer, 1851), *Macrocyclus albidus* (Jurine, 1820), *Mesocyclops leuckarti* (Claus, 1857), *Paracyclops fimbriatus* (Fischer, 1853), *Thermocyclops crassus* (Fischer, 1853), др. Из обнаруженных в исследованных реках во всех частях света, кроме Австралии, встречаются *Alona quadrangularis* (O. F. Muller, 1785), *Ceriodaphnia reticulata* (Jurine, 1820), *Simocephalus vetulus* (O. F. Muller, 1776). Представителями Голарктики и Палеарктики являются *Asplanchna priodonta* Gosse, 1850, *Keratella quadrata quadrata* (Muller, 1786), *Disparalona rostrata* (Koch, 1841), *Ceriodaphnia setosa* Matile, 1891, *Thermocyclops oithonoides* (Sars, 1863), др. Виды, распространенные в водных экосистемах Белорусского Полесья: *A. priodonta*, *Brachionus angularis* Gosse, 1851, *Synchaeta pectinata* Ehrenberg, 1832, *Alona rectangula* Sars, 1862, *B. longirostris*, *Chydorus sphaericus sphaericus* (O. F. Muller, 1785), *Daphnia cucullata* Sars, 1862, *Dp. longispina*, *Scapholeberis mucronata* (O. F. Muller, 1785), *M. leuckarti*. В реках отмечены представители северной фауны – *Kellicottia longispina longispina* (Kellicott, 1879), виды, которые характерны для вод, имеющих повышенную трофность – *Brachionus diversicornis diversicornis* (Daday, 1883), *Br. d. homoceros* (Wierzejski, 1891).

Во всех реках отмечены 5 видов: *Br. angularis*, *Brachionus calyciflorus amphyceros* Ehrenberg, 1838, *Br. c. calyciflorus* Pallas, 1766 *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851), *K. c. tecta* (Gosse, 1851), *B. longirostris*, *Sc. mucronata*. В большинстве водотоков обнаружены *A. priodonta*, *Br. quadridentatus quadridentatus* Hermann, 1783, *Ch. s. sphaericus*, *Dp. cucullata*. *Dp. longispina* Th. *oithonoides*, др., представителями редких или единичных находок были *Lecane (Monostyla) bulla bulla* (Gosse, 1832), *Trichocerca (s.str.) cylindrica* (Imhof, 1891), *Cr. setosa*.

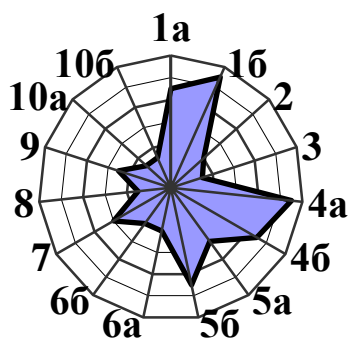
Видовая структура зоопланктона большинства рек Гомельской области сходна – индекс фаунистической общности составляет 0,45–0,68. Данный показатель для р. Бобруйка и других рек существенно ниже – 0,18–0,30 (таблица 2).

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).

Таблица 2 – Величины индекса сходства Соренсена

Реки	Реки						
	Уза	Журбица	Столбунка	Терюха	Грабовка	Липа	Бобруйка
Уза		0,68	0,54	0,59	0,57	0,52	0,30
Журбица	0,68		0,47	0,51	0,56	0,49	0,26
Столбунка	0,54	0,47		0,49	0,45	0,54	0,25
Терюха	0,59	0,51	0,49		0,65	0,59	0,22
Грабовка	0,57	0,56	0,45	0,65		0,48	0,30
Липа	0,52	0,49	0,54	0,59	0,48		0,18
Бобруйка	0,30	0,26	0,25	0,22	0,30	0,18	

В трофической структуре рек доминирующими экологическими группами зоопланктона являются вертикаторы, первичные и вторичные фильтраторы, добывающие пищу в толще воды и с поверхности субстрата (рисунок 1, таблица 3). Антропогенное воздействие в виде сброса в реки сточных вод, рекреационного использования проявляется в высоком количественном обилии групп организмов, добывающих пищу с поверхности субстрата и снижении обилия групп организмов, добывающих пищу в толще воды.



Примечание: обозначения экологических групп приведены в таблице 3

Рисунок 1 – Распределение числа видов зоопланктона исследованных рек в зависимости от способов передвижения и захвата пищи

Для 50 видов зоопланктона из всех обнаруженных в исследованных реках, то есть более чем для 86% отмечена видовая принадлежность к той или иной степени сапробности (таблица 4). В реках встречаются индикаторные организмы с большим интервалом сапробности – от олиго- (индикаторы чистых вод) до α -мезосапробности (индикаторы грязных вод). Наибольшее их количество – 16 (32%) относится к олигосапробной зоне, чуть меньше – 15 (30%) – к β -мезосапробной зоне. В общем, количество обнаруженных β -о-, β -, β - α -, α - β -мезосапробных видов (индикаторов умеренно загрязненных и загрязненных вод) составляет 24, или 48% всех показательных организмов. В реках, подверженных влиянию сточных вод (Уза, Бобруйка и Журбица) отмечается тенденция к уменьшению количества индикаторов чистых вод и увеличению количества индикаторов загрязненных и грязных вод. Последнее наиболее ярко выражено в летний период и происходит за счет развития α - β -мезосапробных коловраток рода *Brachionus*, достигающих 42,3–74,6% плотности всего зоопланктона. В исследованных реках не отмечены ксено- и полисапробы, являющиеся индикаторами очень чистых и очень грязных вод соответственно.

Таблица 3 – Распределение видов на экологические группы (в %) по способам передвижения и захвата пищи

Группа	Подгруппа	Способы передвижения и питания	Реки						
			Уза	Журбица	Столбунка	Терюха	Грабовка	Липа	Бобруйска
Добывающие пищу в толще воды	1	а) Плавание / вертикация	11,5	13,2	15,4	14,8	22,3	13,9	17,6
		б) Плавание / первичная фильтрация	13,5	13,2	11,5	11,1	16,6	13,9	17,6
	2	Плавание / захват + всасывание	1,9	6,7	3,8	-	5,6	3,4	-
	3	Плавание / активный захват	-	-	-	3,7	-	-	-
Добывающие пищу с поверхности субстрата	4	а) Плавание + ползание / вертикация	17,3	26,7	19,2	18,6	16,6	24,2	23,5
		б) Плавание + ползание / вертикация + всасывание	11,5	-	3,8	7,4	-	6,9	-
	5	а) Ползание + плавание / всасывание	3,9	-	3,8	7,4	5,6	3,4	-
		б) Ползание + плавание / вторичная фильтрация	9,5	6,7	15,4	7,4	5,6	3,4	11,8
	6	а) Ползание + плавание / собиратели-фито-, детритофаги	3,9	6,7	-	3,7	-	-	-
		б) Ползание + плавание / собиратели-эврифаги	3,9	-	3,8	3,7	-	3,4	-
		Ползание + плавание / активный захват	7,7	6,7	7,6	11,1	11,1	10,4	5,9
		Плавание + прикрепление к субстрату / первичная фильтрация	5,8	6,7	3,8	3,7	5,6	6,9	5,9
	7	Прикрепление к субстрату + плавание / вертикация	5,8	-	3,8	-	-	3,4	5,9
		а) Смешанная по способу передвижения группа	1,9	6,7	3,8	3,7	5,6	3,4	5,9
Прикрепленные к субстрату и способные к плаванию	8	б) Смешанная по способу передвижения и питания группа	1,9	6,7	3,8	3,7	5,6	3,4	5,9
	9	Прикрепление к субстрату + плавание / вертикация	5,8	-	3,8	-	-	3,4	5,9
Смешанные по способам питания и передвижения	10	а) Смешанная по способу передвижения группа	1,9	6,7	3,8	3,7	5,6	3,4	5,9
		б) Смешанная по способу передвижения и питания группа	1,9	6,7	3,8	3,7	5,6	3,4	5,9

Таблица 4 – Систематическая принадлежность индикаторных организмов зоопланктона в исследованных реках

Группы	Сапробность						
	о	о-β	β-о	β	β-α	α	Всего
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 – бетамезосапробность, α – альфамезосапробность (обозначения приняты для индикаторов чистых, загрязненных, грязных вод соответственно)

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). 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. Кроме этого, постоянное загрязнение сточными водами рек Уза, Бобруйка и Журбица заметно сказывается на фауне зоопланктона, которая включает виды β - и α - мезосапробных комплексов.

Сопоставление индексов видового разнообразия Маргалефа и индексов сапробности Пантле и Букка (рисунок 2) показало, что во всех реках наблюдается снижение величин индекса видового разнообразия при увеличении индекса сапробности, что подтверждается результатами регрессионного анализа.

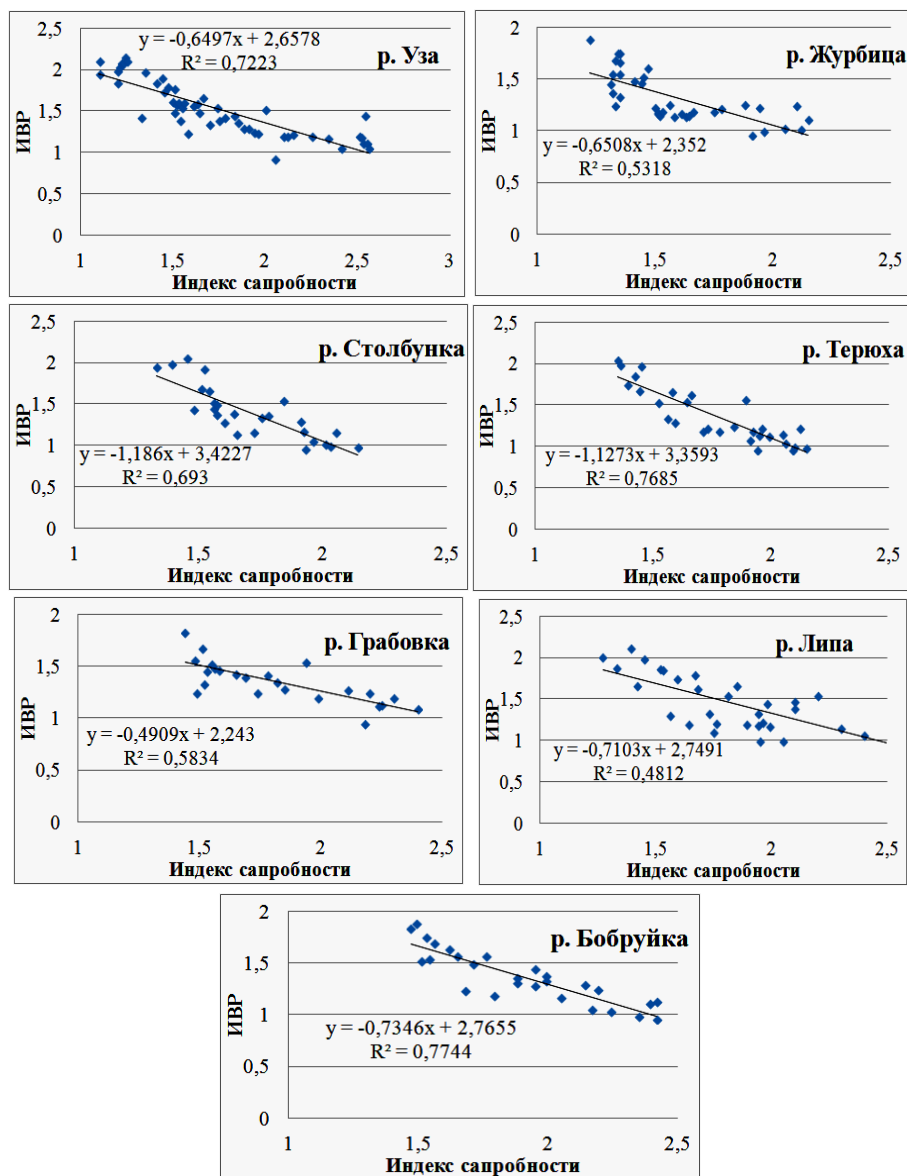


Рисунок 2 – Изменение индекса видового разнообразия зоопланктона исследованных рек в зависимости от индекса сапробности

Выводы

Исследования, проведенные в 2006–2012 гг. на 7 малых реках, относящихся к бассейну Днепра, показали, что качество воды в них по некоторым гидрохимическим показателям не соответствует нормативам. Реки загрязнены железом, азотом аммонийным, азотом нитритным, фосфором фосфатным и другими компонентами, которые в 1,02–9,01 раз превышают ПДК. В зоопланктоне рек обнаружено 58 видов и вариететов, относящихся к 4 отрядам, 15 семействам и 31 роду. В трофической структуре зоопланктона рек преобладают вертикаторы, первичные и вторичные фильтраторы, добывающие пищу в толще воды и с поверхности субстрата. В реках встречаются индикаторные организмы с большим интервалом сапробности. Количество индикаторов умеренно загрязненных и загрязненных вод составляет 48% всех показательных организмов.

Под влиянием различных видов антропогенного воздействия в зоопланктоне рек снижается индекс видового разнообразия, возрастает доминирование групп организмов, добывающих пищу с поверхности субстрата, увеличивается доля видов-индикаторов загрязнения и индекс сапробности Пантле и Букка. В целом, все исследуемые реки характеризуются как «умеренно (слабо) загрязненные», что соответствует III классу качества воды.

Літэратура

1. Крылов, А. В. Зоопланктон равнинных малых рек / А. В. Крылов. – М. : Наука, 2005. – 263 с.
2. Ткачев, Б. П. Малые реки: современное состояние и экологические проблемы: Аналитический обзор / Б. П. Ткачев, В. И. Булатов. – Новосибирск, 2002. – 114 с.
3. Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений / под ред. В. А. Абакумова. – Л. : Гидрометеиздат, 1983. – 240 с.
4. Margalef, R. Diversity and stability a proposal and a model of inter dependence / R. Margalef // Brookhaven Symp. Biol. – 1969. – Vol. 22. – P. 25–37.
5. Sorensen, T. A method of establishing groups of equal amplitude in plant sociology based on similarity of species content / T. Sorensen // Kongelige Danske Videnskabernes Selskab. Biol. Krifter., K. danske vidensk Selsk. – 1968. – Vol. 5. – № 4. – P. 1–34 .
6. Чуйков, Ю. С. Методы анализа трофической структуры сообщества планктонных беспозвоночных как стационарного явления / Ю.С. Чуйков // Экология. – 1983. – № 5. – С. 56–62.
7. Pantle, R. Die biologische Urewachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse / R. Pantle, H. Buck // Gas und Wasserfach. – 1955. – Bd. 96, № 18. – S. 604.

Summary

The results of plantographic research were submitted in the article. The aim of the research is to identify the forming of foot arch deviations at senior preschool age. Specific characteristics of foot arch deformation in children who live in the city and in the village were identified.

Поступила в редакцию 28.01.14