

УДК [591.524.12 + (608.32:574)](285)

*В. И. Юришинец, Т. С. Рыбка, Н. В. Заиченко***ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ РАЗНООБРАЗИЕ И
СЛОЖНОСТЬ СООБЩЕСТВ ЗООПЛАНКТОНА
РАЗНОТИПНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ**

В работе применены индексы таксономического разнообразия и таксономической сложности для характеристики разнородности сообществ зоопланктона водных объектов различного типа. Выявлена положительная взаимосвязь между величиной индекса сложности сообществ зоопланктона и количеством семейств зоопланктонтов в сообществе.

Ключевые слова: зоопланктон, биологическое разнообразие, таксономическая сложность сообществ.

Разнообразие следует рассматривать в качестве фундаментального свойства биологических систем различного уровня, что позволяет считать проблему его изучения приоритетным направлением естествознания [3, 9, 10]. Невзирая на отсутствие консенсуса во взглядах многих исследователей-диверсикологов, биоразнообразие остается в центре внимания современной экологии в связи с развитием целого ряда концепций, которые связывают разнообразие с важнейшими свойствами сообществ и экосистем: стабильностью, упругостью, инвазивностью, динамикой биогенных элементов, эволюционной историей и др. [14].

Существует обоснованная точка зрения, что измерение разнообразия должно включать информацию о степени экологического подобия между видами в сообществе [17, 21, 23]. Сообщества, образованные экологически менее подобными видами (которые существенно таксономически отдалены, или имеют различную экологическую роль и характеристики) интуитивно более разнообразны, чем сообщества, образованные более подобными видами [14]. Среди возможных подходов, способных оценить отличия между отдельными сообществами — определение таксономического разнообразия и сложности сообществ [1].

Зоопланктон является неотъемлемым элементом биоты водоемов и водотоков различного типа. Разнообразие сообществ зоопланктона активно используется в гидроэкологическом мониторинге совместно с традиционными показателями видового богатства, численности и биомассы [8, 11, 12]. В состав зоопланктона входят гидробионты, в различной степени отличающиеся

© В. И. Юришинец, Т. С. Рыбка, Н. В. Заиченко, 2014

по строению, способу питания, происхождению и таксономической принадлежности.

Целью работы было определить таксономическое разнообразие и сложность сообществ зоопланктона на основании применения соответствующих индексов и моделей таксономической структуры.

Материал и методика исследований. Исследованиями, которые проводились в течение вегетационных периодов 2011—2012 гг., были охвачены разнотипные водоемы в пределах г. Киева и верхний участок р. Припяти. Первая группа включала проточные водоемы — это разные участки верхней части Каневского водохранилища (выше зал. Собачье гирло и в районе парка Наводницкий); рук. Десенка (верхний участок — возле дамбы, отделяющей рукав от р. Десны, средний участок — район Русановских садов, нижний участок — возле моста им. Е. О. Патона); верхняя часть р. Припяти (около с. Люботень, участки выше и ниже устья р. Цирь) и стоячие водоемы (оз. Иорданское, оз. Редькино и два водоема (верхний и нижний) Троещинской мелиоративной системы).

Количественные сборы зоопланктона проводили в основных биотопах водных объектов — пелагиаль и литораль в лентических системах, рипаль и медиаль — в лотических. Изучали такие показатели зоопланктона, как видовой состав, численность и биомасса. Отбор проб и камеральную обработку зоопланктона проводили согласно общепринятым гидробиологическим методикам [6].

Изучали разнообразие зоопланктона на пяти таксономических уровнях: вида, рода, семейства, отряда, подкласса, класса. Индекс таксономического разнообразия (H_{tax}) определяли, используя формулу Шеннона:

$$H_{tax} = -\sum p_i \log_2 p_i, \quad (1)$$

где p_i — доля таксона i -го уровня (ранга) в общем количестве таксонов [5].

Индекс таксономической сложности сообществ зоопланктона (C) определяли согласно формуле:

$$C = (H_{tax} \cdot 1 / N \cdot \sum H_i) \cdot n, \quad (2)$$

H_i — иерархическое разнообразие i -го таксономического уровня, N — количество анализируемых уровней, n — показатель степени ($n = 1/2$) [2, 3, 5]. H_i рассчитывали по формуле Шеннона, где p_i — отношение количества таксонов более низкого уровня (на один таксономический уровень ниже) к количеству таксонов данного уровня (например, количество видов определенного рода к общему количеству родов).

Не определенные виды бделоидных коловраток, гарпактикоид и остракод в материалы для анализа не включали. Статистическую обработку результатов выполняли при помощи программы MS Excel 2007.

Результаты исследований и их обсуждение

Биоразнообразие современных экосистем континентальных водных объектов является результатом палеоисторических и исторических событий разной продолжительности, силы и значения. Палеоисторические события, включая эволюционные, обусловили формирование принципиальной структуры экосистем и биоценологических связей между их компонентами. Исторические события, к которым можно отнести современные изменения климата, антропогенные воздействия и преобразования, распространение и рост численности чужеродных видов и пр., нарушают структуру экосистем, определяя изменения биологического разнообразия. Изменения разнообразия биоты, которые определяют при помощи целого ряда биотических индексов и методов, используют для определения качества водной среды и экологического состояния водоемов и водотоков [1]. Разнообразие свободноживущих гидробионтов определяет разнообразие симбиотических организмов, связанных с ними. Зоопланктонты являются хозяевами целого ряда симбионтов различных таксономических групп, в их числе — возбудители болезней человека и гидробионтов [7].

Практическим результатом современных экологических исследований является разработка принципов и методов сохранения биологического разнообразия природных экосистем. Традиционные показатели, по которым оценивают биоразнообразие (богатство и разнообразие видов) предложено дополнить показателями, которые отражали бы богатство и разнообразие таксонов различного ранга — таксономическое богатство и разнообразие, а также сложность групп и биотических сообществ [3, 5, 14, 21]. Предполагается, что как обилие отдельных популяций и их соотношение определяются условиями среды, так и количеством видов в таксоне более высокого ранга не случайно [10]. Необходимость оценки таксономического разнообразия обосновывается в документах, имеющих непосредственное отношение к глобальной природоохранной политике: очевидно, что «...остров с двумя видами птиц и одним видом ящериц имеет большее таксономическое разнообразие, чем острова с тремя видами птиц, но без ящериц...» [15].

Видовой состав зоопланктона во всех исследованных водоемах составлял 86 видов (в том числе таксоны разных уровней), среди которых 31 вид коловраток (Rotatoria), 40 — ветвистоусых рачков (Cladocera) и 15 — веслоногих (Copepoda), а также велигеры моллюсков р. *Dreissena* и ракушкообразные (Ostracoda). В видовом составе коловраток отмечены гидробионты из 8 семейств и 14 родов, среди которых наибольшее количество видов насчитывалось в семействах Brachionidae (9) и Lecanidae (6). Cladocera относились к 7 семействам и 26 родам, среди которых наибольшим количеством видов было представлено семейство Chydoridae (23), а в составе Copepoda выявлены представители 2 семейств и 10 родов, наиболее многочисленными из которых были Cyclopidae (13 видов). Таксономический состав зоопланктона исследованных водоемов представлен в таблице 1.

Таксономический состав зоопланктона проточных водоемов был представлен 79 видами, среди которых 31 вид коловраток, 35 видов — ветвистоусых и 13 — веслоногих ракушкообразных. Наибольшее количество видов было отмечено для верхнего (52) и среднего (46) участков рук. Десенки. Меньшее

1. Таксономический состав зоопланктона исследуемых водоемов

Высшие таксоны	Семейства	Роды (количество видов)
Rotatoria	Trichocercidae	<i>Trichocerca</i> (2)
	Synchaetidae	<i>Synchaeta</i> (1), <i>Polyarthra</i> (1)
	Asplanchnidae	<i>Asplanchna</i> (2)
	Lecanidae	<i>Lecane</i> (6)
	Proalidae	<i>Proales</i> (1)
	Mytilinidae	<i>Mytilina</i> (1), <i>Lepadella</i> (2)
	Euchlanidae	<i>Euchlanis</i> (5), <i>Eudactylota</i> (1)
	Brachionidae	<i>Brachionus</i> (4), <i>Keratella</i> (2), <i>Kellikottia</i> (1), <i>Platyias</i> (2)
Cladocera	Sididae	<i>Sida</i> (1), <i>Diaphanosoma</i> (1)
	Daphniidae	<i>Daphnia</i> (2), <i>Simocephalus</i> (1), <i>Moina</i> (3), <i>Ceriodaphnia</i> (2), <i>Scapholeberis</i> (1)
	Macrothricidae	<i>Ilyocryptus</i> (1), <i>Macrotrix</i> (1)
	Chydoridae	<i>Eurycercus</i> (1), <i>Camptocercus</i> (1), <i>Acroperus</i> (1), <i>Peracantha</i> (1), <i>Kurzia</i> (1), <i>Graptoleberis</i> (1), <i>Monospilus</i> (1), <i>Leydigia</i> (1), <i>Chydorus</i> (2), <i>Rhynchotalona</i> (1), <i>Pleuroxus</i> (4), <i>Alona</i> (6), <i>Alonella</i> (1), <i>Oxyurella</i> (1)
	Bosminidae	<i>Bosmina</i> (2)
	Polyphemidae	<i>Polyphemus</i> (1)
	Leptodoridae	<i>Leptodora</i> (1)
Copepoda	Temoridae	<i>Eurytemora</i> (1), <i>Hetercope</i> (1)
	Cyclopidae	<i>Macrocyclops</i> (2), <i>Eucyclops</i> (2), <i>Cyclops</i> (2), <i>Paracyclops</i> (1), <i>Acanthocyclops</i> (2), <i>Microcyclops</i> (1), <i>Mesocyclops</i> (1), <i>Thermocyclops</i> (2)

П р и м е ч а н и е. В скобках — количество видов.

количество видов зарегистрировано для речного участка Каневского водохранилища в районе парка Наводницкий (36) и нижнего участка рук. Десенки (33). Наименьшее количество видов (16—23) отмечено для речных участков р. Припяти.

Зоопланктон стоячих водоемов представлен 65 видами, среди которых 21 вид коловраток, 32 — ветвистоусых и 12 — веслоногих ракообразных. Наибольшее количество видов отмечено для верхнего водоема Троещинской мелиоративной системы (43) и оз. Иорданского (42). В нижнем водоеме обнаружено 35 видов, а в оз. Редькино — 30 видов зоопланктонтов.

Одним из возможных подходов к определению эталонных территорий и акваторий, обладающих максимальными показателями биоразнообразия, может быть не просто определение видового состава, но и построение графической модели таксономической структуры сообществ [4]. Подобные модели обладают рядом полезных свойств. Во-первых, они реализованы графически и позволяют получить информацию в наглядной форме. Во-вторых, структурированность сообществ в них может быть численно выражена с помощью несложных алгоритмов вычисления. В-третьих, полученные численные меры структурированности могут использоваться в сравнительном аспекте.

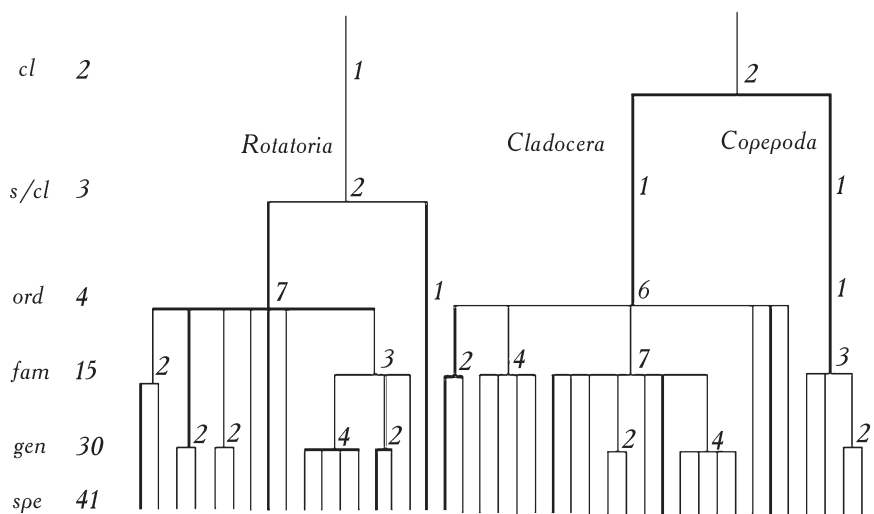
Рассмотрим несколько вариантов моделей таксономической структуры сообществ зоопланктона, включающих разное количество видов, родов, семейств и отрядов, относящихся к трем крупным таксонам (*Rotatoria*, *Cladocera* и *Soropoda*). Графически эти модели изображены на рисунках 1—4.

Из приведенных моделей очевидно, что сообщества зоопланктона, которые они описывают, отличаются не только количеством и долей видов коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных, но и внутренней таксономической структурой. Отличается количество семейств и входящих в них родов, родов и входящих в них видов. Так, количество семейств коловраток варьирует от 3 до 8, кладоцер — от 2 до 6, копепод — от 1 до 2. На уровне родов отличия еще более существенны: количество родов в одном семействе коловраток — 1—3, кладоцер — 1—9, копепод — 1—6.

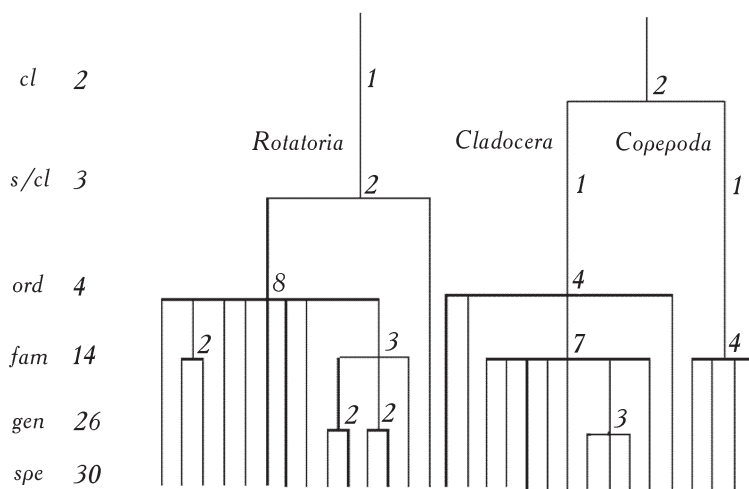
Для зоопланктона стоячих водоемов г. Киева характерна подобная структура на уровне семейств, существенные отличия наблюдаются на уровне родов (оз. Редькино — 26, оз. Иорданское — 30) и видов зоопланктонтов (оз. Редькино — 30, оз. Иорданское — 41) (см. рис. 1, 2). Малопроточный водоем (верхний участок рук. Десенки) характеризуется еще большим количеством родов (37) и видов (52), за счет увеличения богатства видов и родов коловраток и копепод (см. рис. 3).

Даже визуальный анализ таксономической структуры позволяет определить существенные отличия сообществ зоопланктона водных объектов урбанизированных территорий г. Киева и верхней части р. Припяти. Эти отличия касаются в первую очередь таксономического состава: так видовой состав в водоемах г. Киева составил 74 вида, которые относятся к 45 родам и 18 семействам, а видовой состав в верхней части Припяти — 36 видов, относящихся к 28 родам и 11 семействам. При этом традиционные меры подобия между сообществами, которые учитывают лишь видовой состав (определялись по индексу Жаккара), показали довольно высокий уровень сходства водоемов и водотоков г. Киева (53—67%) и низкий уровень подобия видового состава зоопланктона исследованных участков р. Припяти (30—33%).

Числовые составляющие моделей таксономической структуры зоопланктона исследованных водных объектов были использованы для дальнейших расчетов. Вначале определяли количество таксонов разного ранга (видов, родов, семейств, отрядов, подклассов, классов). Сумма количества таксонов разного ранга составляла сумму таксонов для всего водоема (табл. 2). Напри-

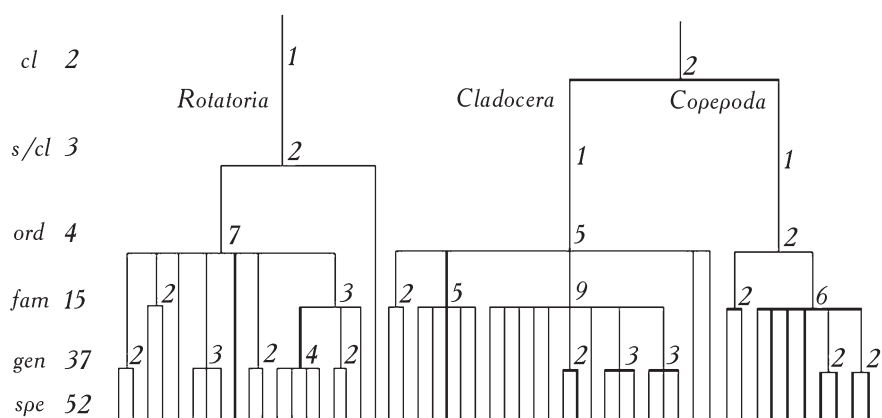


1. Модель таксономической структуры сообщества зоопланктона в оз. Иорданском. Здесь и на рис. 2—4: таксономические уровни: spe, gen, fam, ord, s/cl, cl — вид, род, семейство, отряд, подкласс, класс.



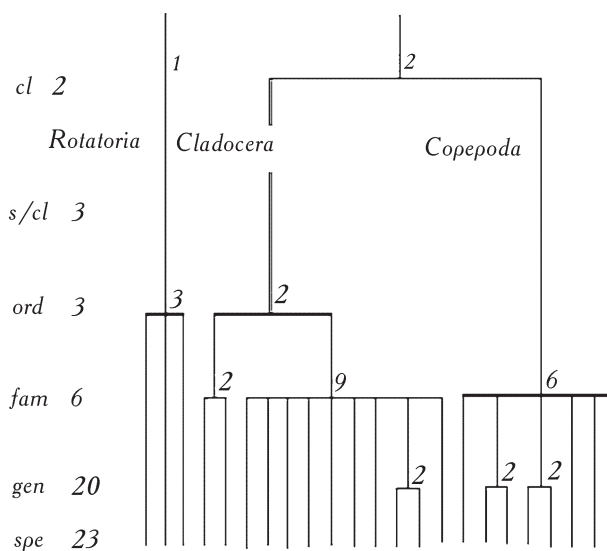
2. Модель таксономической структуры сообщества зоопланктона в оз. Редькино.

мер, для оз. Редькино сумма таксонов была равна 79, а количество отдельных таксонов составило 30 (виды), 26 (роды), 14 (семейства), 4 (отряды), 3 (подклассы), 2 (классы). Таксономическое богатство было большим в сообществах, включавших не только большее количество видов, но и различных надвидовых таксонов. Для расчета таксономического разнообразия использовали доли таксонов разных рангов без учета количественных показателей обилия.



3. Модель таксономической структуры сообщества зоопланктона рук. Десенки (верхний участок).

Как видно, несмотря на меньшее таксономическое богатство оз. Редькино, показатель его таксономического разнообразия (2,032) выше по сравнению с оз. Иорданским. Такая же картина наблюдается и для речных биотопов, где сообщество зоопланктона с меньшим таксономическим богатством имеет больший показатель таксономического разнообразия — 2,004 (Десенка, нижний участок).



4. Модель таксономической структуры сообщества зоопланктона р. Припяти (выше р. Цирь).

Показатель сложности сообщества (С) был предложен как интегральный индекс, который учитывал бы и таксономическую структуру организмов в сообществе, и их представленность (долю) на разных таксономических уровнях [3]. Для этого индекс сложности объединяет показатель таксономического разнообразия и показатель иерархического разнообразия [19]. Показатель иерархического разнообразия рассчитывается по известной формуле Шеннона, но в качестве вероятностей фигурирует отношение количества таксонов более низкого уровня (на один таксономический уровень ниже) к количеству таксонов данного уровня (например, количество видов определенного рода к общему количе-

2. Таксономическое богатство и таксономическое разнообразие сообществ зоопланктона в исследуемых водоемах

Водные объекты и участки	Количество таксонов разных рангов						Сумма таксонов	Таксономическое разнообразие $H_{\text{такс}}$, бит/таксон
	вид	род	семейство	отряд	п/класс	класс		
оз. Иорданское	41	30	15	4	3	2	95	1,936
оз. Редькино	30	26	14	4	3	2	79	2,032
Троещинская мелиоративная система								
верхний водоем	43	33	14	4	3	2	99	1,894
нижний водоем	35	28	13	4	3	2	85	1,974
р. Днепр								
выше зал. Собачье гирло	29	24	12	4	3	2	74	2,038
парк Наводницкий	36	28	12	4	3	2	85	1,956
р. Десенка								
верхний участок	52	37	15	4	3	2	113	1,842
средний участок	45	33	14	4	3	2	101	1,889
нижний участок	32	27	13	4	3	2	81	2,004
р. Припять								
выше устья р. Цирь	23	20	6	3	3	2	57	2,017
ниже устья р. Цирь	16	14	10	4	3	2	49	2,242
около с. Люботень	16	15	8	4	3	2	48	2,330

ству родов, количество родов определенного семейства к общему количеству семейств и т. д.).

Анализируя представленность таксонов в составе таксонов более высокого уровня, можно количественно оценить видовую насыщенность таксонов разного ранга (табл. 3). Водоемы с более высокими показателями сложности не обязательно характеризуются высокими значениями таксономического разнообразия, однако в них наблюдается большая доля таксонов вы-

3. Таксономическая сложность и разнообразие сообществ зоопланктона в исследуемых водоемах

Водные объекты и участки	Иерархическое разнообразие соответствующего уровня, бит/таксон						Сложность, C
	$Hspe$	$Hgen$	$Hfam$	$Hord$	Hs/cl	Hcl	
оз. Иорданское	5,358	4,723	3,535	1,563	1,500	1,000	2,388
оз. Редькино	4,907	4,615	3,377	1,522	1,500	1,000	2,394
Троещинская мелиоративная система							
верхний водоем	5,426	4,944	3,230	1,826	1,500	1,000	2,379
нижний водоем	5,129	4,708	3,322	1,826	1,500	1,000	2,399
р. Днепр							
выше зал. Собачье гирло	4,858	4,487	3,320	1,784	1,500	1,000	2,399
парк Наводницкий	5,170	4,705	2,992	1,784	1,500	1,000	2,365
р. Десенка							
верхний участок	5,700	5,042	3,415	1,689	1,500	1,000	2,373
средний участок	5,492	4,870	3,369	1,727	1,500	1,000	2,378
нижний участок	5,000	4,664	3,292	1,760	1,500	1,000	2,398
р. Припять							
выше устья р. Цирь	4,524	4,263	2,020	1,459	1,585	1,000	2,234
ниже устья р. Цирь	4,000	3,703	3,093	1,685	1,500	1,000	2,366
около с. Люботень	4,000	3,875	2,463	1,811	1,500	1,000	2,330

Примечание. Иерархическое разнообразие здесь и в табл. 5 на уровне: $Hspe$ — видов; $Hgen$ — родов; $Hfam$ — семейств; $Hord$ — отрядов; Hs/cl — подклассов; Hcl — классов.

сокого уровня, представленных меньшим количеством таксонов более низких уровней. Так, в оз. Редькино, которое характеризуется высоким показателем сложности ($C = 2,394$), существенное количество видов представлено отдельными родами (10 видов из 30) и семействами (7 видов). Нижний участок рук. Десенки также имеет высокий показатель сложности ($C = 2,398$), и 6 видов из 32 представляют отдельные семейства.

Достаточно высокий показатель сложности в верхней части р. Припяти отмечен для речного участка ниже устья р. Цирь ($C = 2,366$), который характеризуется присутствием 7 (из 16) видов, представляющих отдельные семейства. Самый низкий показатель сложности среди исследованных водоемов отмечен для участка Припяти выше устья р. Цирь ($C = 2,234$). Несмотря на более высокие показатели иерархического разнообразия на уровне видов (4,524) и родов (4,263), по сравнению с показателями разнообразия других участков р. Припяти, показатель сложности снижается за счет того, что отдельные семейства представляют только 3 вида из 23.

4. Корреляционная матрица некоторых показателей таксономической структуры и сложности

	n_{spe}	n_{gen}	n_{fam}	N_{tax}	H_{spe}	H_{gen}	H_{fam}	H_{ord}	H_{tax}	C
n_{spe}	—									
n_{gen}	0,99	—								
n_{fam}	0,81	0,82	—							
N_{tax}	0,99	0,99	0,86	—						
H_{spe}	0,98	0,99	0,81	0,99	—					
H_{gen}	0,93	0,96	0,79	0,94	0,97	—				
H_{fam}	0,62	0,62	0,94	0,69	0,63	0,61	—			
H_{ord}	0,09	0,10	0,14	0,11	0,07	0,01	0,20	—		
H_{tax}	-0,95	-0,96	-0,67	-0,94	-0,97	-0,96	-0,45	0,01	—	
C	0,41	0,43	0,83	0,49	0,43	0,42	0,93	0,43	-0,23	—

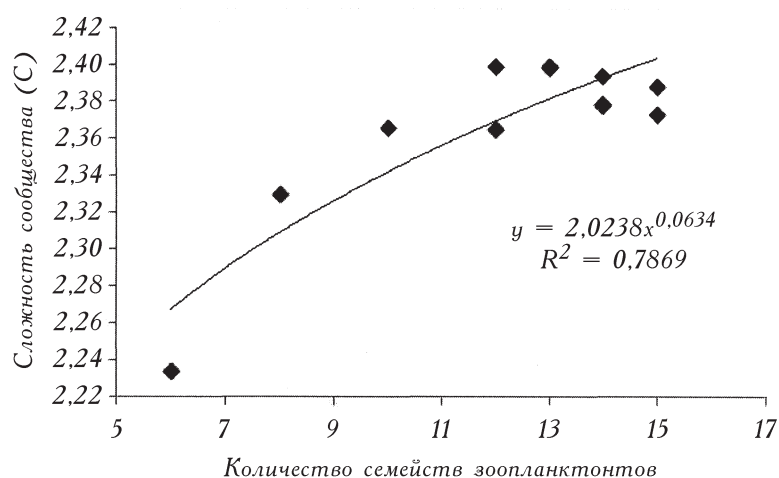
Примечание. n_{spe} — количество видов, n_{gen} — количество родов, n_{fam} — количество семейств, N_{tax} — суммарное количество таксонов, H_{tax} — таксономическое разнообразие, C — сложность; жирным шрифтом выделены достоверные значения.

Корреляционный анализ показал достоверную положительную взаимосвязь между количеством соответствующих таксонов и иерархическим разнообразием на их уровне (табл. 4). Согласно результатам наших исследований, показатель сложности сообщества достоверно зависел только от количества семейств и их иерархического разнообразия, и не зависел от количества других таксонов (видов и родов). Можно предположить, что разнообразие семейств, входящих в сообщества зоопланктона, отражает не только разнородность таксономического состава, так как различным семействам часто присущи особые черты биологической организации (строение, жизненный цикл, питание, поведение и пр.).

Зависимость сложности сообществ зоопланктона от количества семейств зоопланктонтов носила степенной характер (рис. 5.).

Невзирая на все научные дебаты, большинство исследователей сходятся во мнении, что валидный (адекватный) индекс разнообразия должен содержать две основные составляющие: богатство элементов (таксонов) и их долю (выравненность) [9, 16, 18, 19]. Дополнительно индекс разнообразия должен соответствовать нескольким условиям: 1) приобретать максимальное значение, когда все виды представлены в равной доле; 2) при одинаковой выравниваемости быть выше для сообщества с большим количеством видов [19]. Таким образом, показатель, по которому оценивается разнообразие, должен возрастать с увеличением количества видов и степени выравниваемости.

К сожалению, наши исследования показали определенное несоответствие показателя таксономического разнообразия H_{tax} [5] вышеуказанным



5. Зависимость сложности сообществ зоопланктона от количества семейств зоопланктонтов.

требованиям, о чем свидетельствуют достоверные отрицательные значения корреляции индекса с количеством и разнообразием таксонов в сообществах зоопланктона (см. табл. 4). Об ограниченности применения этого показателя указывали и другие исследователи [2].

Следует также обратить внимание, что хотя иерархическое разнообразие и рассчитывается по формуле Шеннона, но с возрастанием таксономического уровня этот показатель будет неизбежно снижаться независимо от степени выравненности (так как снижается «насыщенность» таксонами предыдущего уровня) (см. табл. 4). Также, определенный субъективный элемент привносит выбор количества уровней, в связи с различными взглядами исследователей на таксономию, что будет затруднять сравнимость результатов.

В современной экологической литературе существует ряд других индексов, которые пытаются учитывать таксономическую (генетическую, фенотипическую, популяционную) разнородность элементов в сообществе при оценке его разнообразия [13, 20, 22]. Дальнейшие диверсикологические исследования различных компонентов биоты позволят выявить показатели, которые наиболее адекватно отражают степень таксономической (экологической или иной) разнородности в биотическом сообществе.

Заключение

Видовой состав зоопланктона исследованных водных объектов составил 86 видов, среди которых 31 вид коловраток (*Rotatoria*), 40 — ветвистоусых рачков (*Cladocera*) и 15 — веслоногих (*Copepoda*), а также велигеры моллюсков р. *Dreissena* и ракушковые ракообразные (*Ostracoda*). В видовом составе коловраток отмечены гидробионты из 8 семейств и 14 родов, *Cladocera* относились к 7 семействам и 26 родам, а в составе *Copepoda* выявлены представители 2 семейств и 10 родов.

Сообщества зоопланктона отличались не только количеством и долей видов коловраток, ветвистоусых и веслоногих ракообразных, но и внутренней таксономической структурой. Так, количество семейств коловраток варьировало от 3 до 8, ветвистоусых — от 2 до 6, веслоногих — от 1 до 2. На уровне родов отличия были еще более существенными: количество родов в одном семействе коловраток составляло — 1—3, ветвистоусых — 1—9, веслоногих — 1—6.

Наивысший показатель сложности сообществ зоопланктона был характерен для нижнего водоема Троещинской мелиоративной системы (2,399), оз. Редькино (2,394), нижнего участка рук. Десенки (2,398), верхнего участка Каневского водохранилища, выше зал. Собачье гирло (2,399).

Установлены достоверные отрицательные значения корреляции индекса таксономического разнообразия (H_{tax}) с количеством и разнообразием таксонов различного уровня в сообществах зоопланктона. Очевидно, применение данного индекса для определения разнородности биоразнообразия возможно с определенными допущениями, так как увеличение выравненности таксономического богатства различных уровней и, соответственно, увеличение самого показателя происходит при уменьшении видового и таксономического богатства.

Исследования показали, что индекс таксономической сложности исследованных сообществ зоопланктона достоверно положительно коррелировал только с количеством семейств и с показателем их иерархического разнообразия, и не зависел от количества других таксонов.

**

У роботі застосовано індекси таксономічного різноманіття і таксономічної складності для характеристики різноманітності угруповань зоопланктону водних об'єктів різного типу. Виявлено позитивну кореляцію між величиною індексу складності угруповань зоопланктону і кількістю родин зоопланктонів в угрупованні.

**

The indices of taxonomic diversity and taxonomic complexity are applied to characterize the heterogeneity of zooplankton communities in different types of the water bodies. A positive correlation between the value of the index of complexity and a number of zooplankton families in the community was observed.

**

1. Емельянов И.Г. Разнообразие и его роль в функциональной устойчивости и эволюции экосистем. — Киев, 1999. — 165 с.
2. Емельянов И.Г. Роль разнообразия в функциональной устойчивости экосистем // Экология и ноосферология. — 1999. — Т. 6, № 1—2. — С. 32—38.
3. Емельянов И.Г., Загороднюк И.В., Хоменко В.Н. Таксономическая структура и сложность биотических сообществ // Там же. — 1999. — Т. 6, № 1—2. — С. 6—17.
4. Емельянов И.Г., Рыбка Т.С. Разнообразие и сложность сообществ насекомых в парцеллах лесных биогеоценозов Ялтинского амфитеатра // Там же. — 2007. — Т.18, № 3—4. — С. 36—44.

5. *Загороднюк И.В., Емельянов И.Г., Хоменко В.Н.* Оценка таксономического разнообразия фаунистических комплексов // Докл. НАН Украины. — 1995. — № 7. — С. 145—148.
6. *Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод.* — К.: Логос, 2006. — 408 с.
7. *Монченко В.И.* Свободноживущие циклопообразные копеподы Понто-Каспийского бассейна. — Киев: Наук. думка, 2003. — 350 с.
8. *Пашкова О.В.* Зоопланктон как индикатор органического и токсического загрязнения и экологического состояния гидроекосистем (обзор) // Гидробиол. журн. — 2012. — Т. 48, № 6. — С. 3—25.
9. *Протасов А.А.* Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикология. — Киев, 2002. — 105 с.
10. *Протасов А.А.* О взаимосвязи разнообразия со структурными показателями сообществ гидробионтов // Биол. внутр. вод. — 2012. — № 4. — С. 5—10.
11. *Трохимець В.М., Алексієнко В.Р.* Видовий склад та особливості просторового розподілу зоопланктону проточної станції верхів'я Кременчуцького водосховища // Риб. гос-во. — 2004. — № 63. — С. 224—228.
12. *Трохимець В.М., Алексієнко В.Р.* Розподіл та поведінка зоопланктону прибережної зони Кременчуцького та Канівського водосховищ // Вісн. Київ. ун-ту (Біологія). — 2002. — № 36. — С. 61—63.
13. *Champely S., Chessel D.* Measuring biological diversity using Euclidean metrics // Environmental and Ecological Statistics. — 2002. — N 9. — P. 167—177.
14. *Desrochers R.E., Anand M.* From traditional diversity indices to taxonomic diversity indices // Intern. J. Ecol. and Environ. Sci. — 2004. — N 30. — P. 85—92.
15. *Global Biodiversity Strategy. Guidelines for action to save, study, and use earth's biotic wealth sustainably and equitably,* 1992. — 250 p.
16. *Hulbert S.* The non-concept of species diversity: a critique and alternative parameters // Ecology. — 1971. — Vol.52. — P. 544—586.
17. *Izsák J., Papp L.* Application of the quadratic entropy indices for diversity studies of drosophilid assemblages // Environ. and Ecol. Statistics. — 1995. — N 2. — P. 213—224.
18. *Orlóci L., Anand M., Pillar V.D.* Biodiversity analysis: issue, concepts, techniques // Community Ecology. — 2002. — Vol. 3. — P. 217—236.
19. *Pielou E.* Ecology Diversity // New York: John Wiley, 1975. — 165p.
20. *Rao C.R.* Diversity and dissimilarity coefficients: a unified approach // Theoretical Population Biology. — 1960. — N 21. — P. 24—43.
21. *Ricotta C., Avena G.C.* An information-theoretical measure of taxonomic diversity // Acta Biotheorica. — 2003. — N 1. — P. 35—41.
22. *Shimatani K.* On the measurement of species diversity incorporating species differences // Oikos. — 2001. — Vol. 93. — P. 135—147.
23. *Warwick R.M., Clarke K.R.* New 'biodiversity' measures reveal a decrease in taxonomic distinctness with increasing stress // Marine Ecol. Progress Ser. — 1995. — N 129. — P. 301—305.