

УДК 574.58.

*А. В. Ляшенко, К. Є. Зоріна-Сахарова, Л. В. Гулейкова,
М. С. Погорелова*

ОСОБЛИВОСТІ СТРУКТУРНО-ФУНКЦІОНАЛЬНИХ ХАРАКТЕРИСТИК КОНТАКТУЮЧИХ ГІДРОБІОЦЕНОЗІВ¹

Досліджено різні ділянки контактуючих гідробіоценозів. Показано, що біотичні угруповання можуть по-різному реагувати при їх взаємодії, прояв крайового ефекту у перехідній зоні залежить від сукупності змін характеристик окремих угруповань, тому виникає не завжди. Підтверджено доцільність визначення внутрішньої (або центральної) і зовнішньої границь гідробіоценозів.

***Ключові слова:** біотичні угруповання, контактуючі гідробіоценози, межі гідробіоценозів, екотон.*

У сучасній екології поняття «екосистема» і «гідробіоценоз», як і визначення їх меж залишаються дискусійними [1, 3, 12, 15]. Наявність останніх є важливим аспектом осмислення реальності існування біологічних систем, пізнання законів їх розвитку і функціонування: ми можемо визначати і характеризувати будь-яке явище лише тоді, коли здатні виділяти його із загального континууму.

Будучи прихильниками дискретної організації біосфери, ми дотримуємося розуміння гідробіоценозу як населення водного об'єкта або його частини, який складається з біоценозів різних екотопів (водної товщі, дна, заростей тощо), з усім комплексом взаємозв'язків їх біотичної та абіотичної складових (біорізноманіття, структурних характеристик, енергетичних, інформаційних потоків тощо. Невід'ємними компонентами гідробіоценозів є біотичні угруповання водоростей, макрофітів, безхребетних, риб та інші, які можна розглядати як населення різних біотопів (екотопів) всередині водного об'єкта.

Визнаючи, що гідробіоценози і їх угруповання об'єктивно існують, ми визнаємо і наявність у них меж. Однак питання їх визначення насправді до-

¹ Робота виконана за рахунок бюджетної програми «Підтримка розвитку пріоритетних напрямів наукових досліджень» (КПКВК 6541230), а також у рамках виконання наукового проекту «Механізми взаємодії гідробіоценозів та формування біорізноманіття перехідних вод пониззя Дунаю».

© А. В. Ляшенко, К. Є. Зоріна-Сахарова, Л. В. Гулейкова,
М. С. Погорелова, 2019

сильно складне, особливо у континентальній гідробіології [1, 13, 20]. Межі наземних систем у багатьох випадках визначають на основі візуального аналізу за макрооб'єктами, ландшафтними елементами, зрозумілими біотопами, проте у гідробіології, де безліч водних об'єктів характеризуються високою мутністю, виникають додаткові труднощі, пов'язані з неможливістю безпосереднього огляду водної товщі і дна. У той же час, існують водні об'єкти, які мають чіткі межі і добре ідентифікуються. Тому, не вступаючи у дискусію щодо дискретності або континуальності гідробіоценозів, ми поставили за мету цієї роботи простежити на конкретному емпіричному матеріалі зміни показників біотичних угруповань вздовж трансект, прокладених через водні об'єкти, що межують між собою і добре розрізняються (водоїми і водотоки), припускаючи виявити певні розбіжності уздовж лінії спостережень, а також пошук особливостей структурно-функціональних характеристик у різних зонах контактуючих гідробіоценозів.

Дослідження проведені в українській і румунській частинах дельти Дунаю, які відрізняються високим біотопічним і, відтак, біологічним різноманіттям гідробіоценозів і угруповань різного рівня організації [2]. Тут ідентифікують близько 30 типів і підтипів екосистем, які залучені до Смарагдової мережі (Emerald Network) [16]. Багато з них, у тому числі і водні, класифіковані і прив'язані до водних об'єктів, що дає можливість визначати їх межі та перехідні зони між ними, що, у свою чергу, дозволяє реалізувати поставлену мету і наблизитися до розуміння організації і особливостей структурно-функціональних характеристик різних зон контактуючих гідробіоценозів.

Матеріал та методика досліджень. Вивчення структури біотичних угруповань проводили впродовж вегетаційного сезону 2007 р., у серпні 2015 р. і травні — червні 2017 р. Відбір проб макрофітів, зоопланктону, фітофільних макробезхребетних і макрзообентосу проведений у чотирьох варіантах контактуючих гідробіоценозів, основні гідрологічні та гідрохімічні особливості яких наведені у табл. 1: I — рук. Білгородський — зат. Солоний Кут (літо, 2015 та 2017 р.); II — оз. Матиця — кан. Суецький — оз. Мергей (весна — осінь 2007 р.); III — оз. Мергей — кан. Суліманка (весна — літо 2007 р., весна 2017 р.); IV — ерик² — оз. Ананькин Кут (літо 2015 р., літо 2017 р.).

Дослідження макрофітів проводили за стандартними гідробіологічними методиками [7] та із використанням трансектного методу [21]. Проби зоопланктону відбирали у рукавах і затоках з поверхні, а в озерах з різних шарів (поверхня, середина водного стовпа, придонний шар) батометром Паталаса з подальшим проціджуванням певного об'єму води через планктонну сітку (довжина сторони вічка 0,076 мм).

Проби фітофільних і донних макробезхребетних відбирали та обробляли за стандартними методами [7]. Для відбору проб макрзообентосу у румунській частині дельти Дунаю у 2007 р. використовували СДЧ-100, а у 2017 р. — середній дночерпак Петерсена (15×15 см), в українській ділянці в

² Ерик — невеликий внутрішньодельтовий заплавний або острівний водотік, що поєднує водотоки між собою або водотоки з водоїмами [4].

1. Основні гідрологічні та гідрохімічні особливості водних об'єктів та зон їх контакту

Параметри	Ділянки зон контактів		
I. Прісні води — солоні води, лотично-лентичні системи, прісноводний рукав — солонуватоводна затока			
	рук. Білгородський	перехідна зона (пригирлова частина)	зат. Солоний Кут
Глибина, м	0,50—2,50	0,50—0,60	0,30—1,80
Солоність, ‰	0,18—0,38	0,69—5,47	1,64—15,00
Тип донних відкладів	мул	мул + детрит	мул, замулений пісок
Течія (оціночно)	слабка	періодична	відсутня
II. Прісні води, лотично-лентичні системи, озеро — канал — озеро			
	оз. Матиця	перехідна зона (канал Суецький)	оз. Мергей
Глибина, м	2,50—3,00	3,00—3,50	1,00—2,50
Тип донних відкладів	мул	замулений пісок	мул
Течія (оціночно)	відсутня	періодична	відсутня
III. Прісні води, лотично-лентичні системи, рукав — озеро			
	рук. Суліманка	перехідна зона (пригирлова частина)	оз. Мергей
Глибина, м	0,50—3,50	0,80—2,50	1,00—2,50
Тип донних відкладів	пісок + ракушняк + мул	мул, замулений пісок	мул
Течія (оціночно)	слабка	періодична	відсутня
IV. Прісні води, лотично-лентичні системи, єрик — озеро			
	єрик	перехідна зона (пригирлова частина)	оз. Ананькін Кут
Глибина, м	1,50—2,50	1,00—1,50	0,50—0,70
Тип донних відкладів	мул	мул	мул + детрит
Течія (оціночно)	слабка	періодична	відсутня

залежності від глибини та типу ґрунту відбір проб здійснювали за допомогою СДЧ-100 (глибокі водотоки), малого дночерпака Петерсена (10×10 см) (глибокі мулисті водойми) або коробчастого пробовідбірника (мілководдя).

Більшість організмів визначали до виду. Перерахунок біомаси зоопланктону зроблено на 1 м³, фітофільної фауни — на 1 кг рослин, зообентосу — на 1 м². Домінуючі комплекси склали види з максимальними біомасами, сума яких складала 50 + 1% від загальної біомаси видів.

За літературними матеріалами стосовно здатності видів зоопланктону існувати в діапазоні певної солоності та швидкості течії [5, 6, 8, 10, 11, 14] вони були розділені на відповідні групи: по відношенню до солоності — гіпогалінні, гіпо-олігогалінні та гіпо-мезогалінні; по відношенню до течії — реофільні, реолімнофільні, лімнореофільні, лімнофільні та індіферентні.

Відношення макробезхребетних до солоності та течії визначали за допомогою бази даних програми розрахунку біотичних індексів ASTERICS 3.1.1 [19]. Виділяли групи організмів за відношенням до солоності: гіпогалінні, гіпо-олігогалінні, гіпо-мезогалінні, оліго-еугалінні, мезо-еугалінні, полі-еугалінні; за відношенням до течії — аналогічно зоопланктону.

Математичну обробку матеріалу проводили звикористанням пакету аналізу Microsoft Excel 2010. Розрахунок індексів подібності за Серенсеном та побудову кластерних дендрограм виконано у пакеті аналізу BiodiversityPro 2.0.

Результати досліджень

Характеристики біотичних угруповань контактуючих гідробіоценозів наведені в таблицях 2 і 3 та на рисунку 1.

І. Прісні води — солоні води, лотично — лентичні системи, прісноводний рукав — солонуватоводна затока. Перший варіант контактуючих гідробіоценозів досліджували у північній частині Кілійської дельти Дунаю у місці впадіння рук. Білгородського у зат. Солоний Кут. Рукав у нижній течії має ширину близько 15 м, глибину до 2,5 м. У донних відкладах переважають сірі мули, вода переважно прісна (див. табл. 1). Затока — одна з найстаріших в українській частині дельти, площею ≈ 321 га, її середня і північна частина опріснюється водами рук. Білгородського, що зумовлює зміни солоності від 0,69‰ (олігогалінні води) у місці впадіння рукава до 15,00‰ (мезогалінні води) у нижній приморській частині (див. табл. 1). Ґрунти затоки представлені переважно сірими мулами, у приморській частині — замуленими пісками.

У зоопланктоні рукава зареєстрований 31 вид, за видовим багатством і біомасою переважали Cladocera (табл. 2). Зоопланктон затоки був представлений 21 видом, серед яких найбільше Cladocera і Copepoda (по 8 видів), Copepoda домінували також за біомасою. У місці впадіння рукава у затоку зоопланктон був представлений 25 видами з переважанням за кількістю видів та біомасою Copepoda. У цілому зоопланктон характеризувався високою подібністю видового складу (значення індексу Серенсена (IC) становили 0,68—0,81), що зумовлено значною кількістю (більше половини загальної кількості) спільних видів. Структура зоопланктону по відношенню до течії на всіх трьох ділянках подібна (рис. 1): переважали реолімнофільні та лімно-

2. Характеристики біотичних угруповань різних варіантів контактуючих гідробіоценозів

Біотичні угруповання, таксони	Показники					
	видове багатство	біомаса*	видове багатство	біомаса*	видове багатство	біомаса*
I варіант	рук. Білгородський		перехідна зона (пригирлова частина)		зат. Солоний Кут	
Зоопланктон						
Rotatoria	8	0,0004 ± 0,0005	8	0,001 ± 0,001	5	0,0003 ± 0,0002
Cladocera	11	0,10 ± 0,10	8	0,01 ± 0,01	8	0,03 ± 0,02
Copepoda	12	0,02 ± 0,01	9	0,02 ± 0,01	8	0,03 ± 0,02
Всього	31	0,12 ± 0,10	25	0,03 ± 0,02	21	0,06 ± 0,02
Макрозообентос						
Mollusca	6	178,82 ± 223,77	—	—	—	—
Annelida	8	2,32 ± 2,96	5	11,72 ± 9,20	4	5,19 ± 2,99
Crustacea	5	1,52 ± 1,39	4	2,07 ± 0,16	6	1202,15 ± 2078,29
Insecta	18	1,23 ± 0,97	10	10,72 ± 3,19	3	0,0003 ± 0,0004
Всього	37	183,89 ± 222,72	19	24,50 ± 12,34	13	1207,34 ± 2077,97
Разом:	68		44		34	
II варіант	оз. Матиця		перехідна зона (канал Суецький)		оз. Мергей	
Зоопланктон						
Rotatoria	32	2,55 ± 1,47	29	1,73 ± 1,78	35	2,53 ± 1,44
Cladocera	12	1,86 ± 1,39	11	0,83 ± 0,41	16	0,78 ± 0,96
Copepoda	13	1,78 ± 0,64	14	1,75 ± 1,18	22	2,74 ± 1,74
Всього	57	6,18 ± 3,42	54	4,31 ± 2,31	73	6,05 ± 3,37
Макрозообентос						
Mollusca	5	144,72 ± 158,28	1	319,50 ± 553,39	4	32,91 ± 35,89

Продовження табл. 2

Біотичні угруповання, таксони	Показники					
	видове багатство	біомаса*	видове багатство	біомаса*	видове багатство	біомаса*
Annelida	8	0,57 ± 0,48	5	18,27 ± 28,08	5	0,32 ± 0,11
Crustacea	1	0,04 ± 0,07	2	0,30 ± 0,53	1	0,27 ± 0,47
Insecta	14	5,80 ± 5,06	9	7,91 ± 12,04	24	2,70 ± 3,08
Всього	28	151,13 ± 160,10	17	345,98 ± 531,83	34	36,20 ± 33,27
Разом:	85		71		107	
III варіант	рук. Суліманка		перехідна зона (пригирлова частина)		оз. Мергей	
Зоопланктон						
Rotatoria	20	2,52 ± 1,45	32	1,19 ± 1,67	40	1,00 ± 1,40
Cladocera	7	0,24 ± 0,05	14	0,12 ± 0,15	27	0,60 ± 0,74
Copepoda	9	2,26 ± 1,75	14	0,86 ± 0,85	19	1,07 ± 1,25
Всього	36	5,02 ± 0,35	60	2,17 ± 2,67	86	2,70 ± 3,37
Макрозообентос						
Mollusca	5	355,40 ± 218,88	—	—	4	30,81 ± 32,56
Annelida	7	3,19 ± 3,92	2	0,94 ± 1,39	5	0,56 ± 0,31
Crustacea	5	5,96 ± 8,43	3	0,49 ± 0,85	1	0,27 ± 0,47
Insecta	14	21,68 ± 30,35	8	2,87 ± 4,39	24	2,57 ± 3,22
Всього	31	386,23 ± 176,18	13	4,30 ± 4,79	34	34,20 ± 30,03
Фітофільна макрофауна						
Mollusca	—	—	5	0,43 ± 0,16	12	1,25 ± 0,57
Annelida	4	0,17 ± 0,10	5	0,44 ± 0,28	16	0,29 ± 0,08
Crustacea	1	0,05 ± 0,06	5	0,36 ± 0,42	4	0,26 ± 0,37
Insecta	7	0,35 ± 0,10	23	1,58 ± 0,06	29	1,80 ± 2,39

Продовження табл. 2

Біотичні угруповання, таксони	Показники					
	видове багатство	біомаса*	видове багатство	біомаса*	видове багатство	біомаса*
Всього	12	0,57 ± 0,26	38	2,81 ± 0,04	61	3,29 ± 3,40
Разом:	79		111		181	
IV варіант	ерик		перехідна зона (пригирлова частина)		оз. Ананькін Кут	
Зоопланктон						
Rotatoria	2	0,0002 ± 0,00003	3	0,005 ± 0,005	1	0,002 ± 0,003
Cladocera	6	0,06 ± 0,07	12	0,93 ± 1,09	9	2,15 ± 2,52
Copepoda	6	0,03 ± 0,03	9	0,45 ± 0,48	10	1,00 ± 1,00
Всього	14	0,09 ± 0,10	24	1,39 ± 1,38	20	3,15 ± 3,53
Макрозообентос						
Mollusca	2	43,00 ± 43,00	2	0,05 ± 0,07	—	—
Annelida	8	1,67 ± 1,55	12	16,47 ± 20,56	13	9,24 ± 10,35
Crustacea	2	1,19 ± 1,79	1	2,10 ± 2,97	3	0,30 ± 0,42
Insecta	19	2,44 ± 2,72	14	8,28 ± 5,03	18	5,60 ± 4,16
Загалом	31	48,31 ± 41,15	29	26,90 ± 28,48	34	15,13 ± 14,09
Фітофільна макрофауна						
Mollusca	11	4,36 ± 7,30	6	6,00 ± 8,21	6	0,10 ± 0,07
Annelida	5	0,54 ± 0,69	9	3,36 ± 3,42	11	0,41 ± 0,32
Crustacea	7	0,71 ± 1,24	5	1,30 ± 0,34	4	0,12 ± 0,18
Insecta	32	1,18 ± 0,72	30	1,03 ± 0,31	38	0,50 ± 0,28
Всього	55	6,80 ± 6,58	50	11,69 ± 4,76	59	1,12 ± 0,69
Разом:	100		103		113	

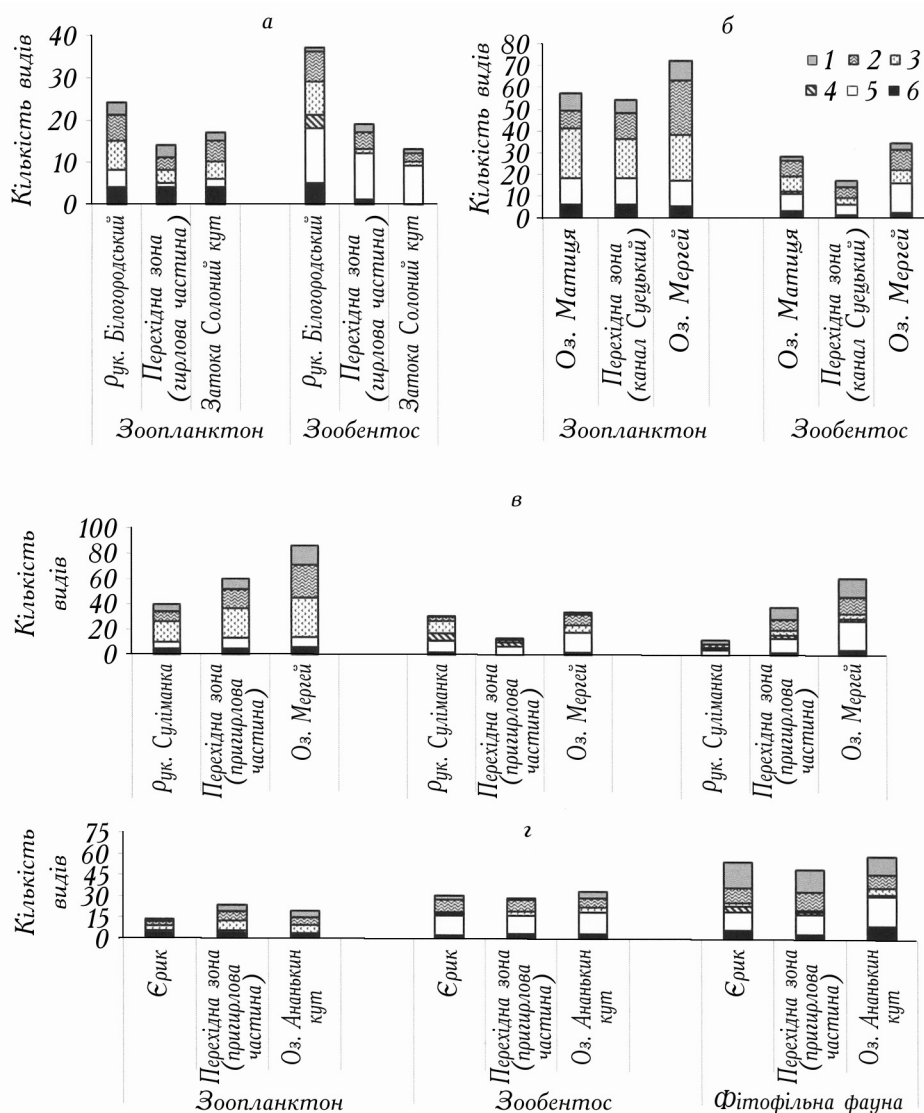
* Наведені середні значення і стандартне відхилення, біомаса зоопланктону, г/м³, макрозообентосу — г/м², фітофільної фауни — г/кг.

3. Домінуючі комплекси безхребетних контактуючих гідробоценозів

Угруповання		Контактуючі гідробоценози	
I варіант	рук. Білгородський	перехідна зона (пригирлова частина затоки)	заг. Солоний Кут
Зоопланктон	<i>Simoscephalus vetulus</i>	<i>Cyclops strenuus</i> + <i>Sida crystallina</i>	<i>Eudiaptomus graciloides</i> + <i>Sida crystallina</i>
Макрозообентос	<i>Fagotia acicularis</i>	<i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Chironomus</i> sp. + <i>Tanytarsus punctipennis</i>	<i>Balanus improvisus</i>
II варіант	оз. Магиця	перехідна зона (канал Суецький)	оз. Мергей
Макрофіти	<i>Potamogeton trichooides</i> + <i>Chara vulgaris</i>	<i>Nuphar lutea</i>	<i>Chara vulgaris</i> + <i>Potamogeton trichooides</i>
Зоопланктон	<i>Brachionus diversicornis</i> + <i>Diaphanosoma brachyurum</i> + <i>Leptodora kindtii</i> + Nauplii	<i>Brachionus diversicornis</i> + <i>Thermocyclops oithonoides</i> + <i>Asplanchna priodonta</i>	<i>Cyclopoidea</i> juv. + <i>Thermocyclops oithonoides</i> + <i>Asplanchna priodonta</i> + <i>Brachionus diversicornis</i>
Макрозообентос	<i>Viviparus viviparus</i> + <i>Dreissena polymorpha</i>	<i>Viviparus viviparus</i>	<i>Valvata piscinalis</i>
III варіант	рук. Суліманка	перехідна зона (пригирлова частина озера)	оз. Мергей (2007-2017)
Макрофіти	<i>Phragmites australis</i>	<i>Myriophyllum verticillatum</i>	<i>Chara vulgaris</i> + <i>Potamogeton trichooides</i>
Зоопланктон	<i>Asplanchna priodonta</i> + <i>Brachionus diversicornis</i>	<i>Asplanchna priodonta</i> + Nauplii	<i>Cyclopoidea</i> juv. + <i>Diaphanosoma brachyurum</i> + <i>Asplanchna priodonta</i>
Макрозообентос	<i>Corbicula fluminea</i>	<i>Psammocystides albicola</i> + <i>Prosilocerus orielicus</i>	<i>Valvata piscinalis</i> + <i>Viviparus viviparus</i>

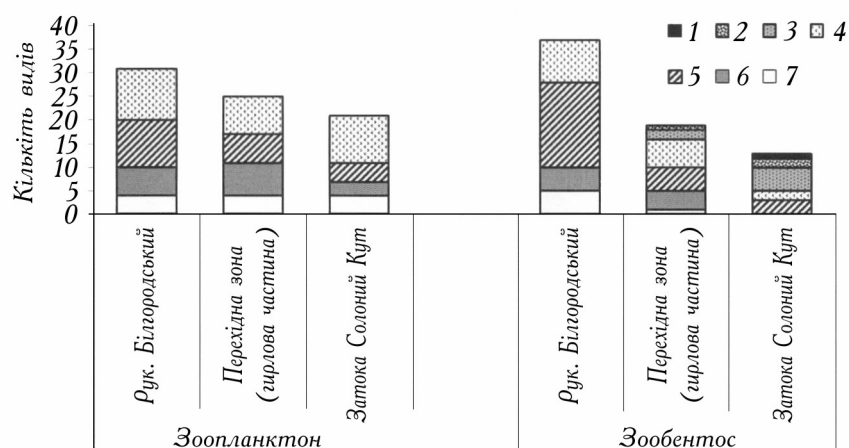
Продовження табл. 3

Угрупування	Контактуючі гідробиоценози
Фітофільна макрофауна	<p><i>Cricotopus silvestris</i> + <i>Nais barbata</i> + <i>Ecnomus tennelus</i></p> <p><i>Caenis horaria</i> + <i>Leptocerus tineiformes</i> + <i>Viviparus viviparus</i> + <i>Nais communis</i> + <i>Paratanytarsus lauterborni</i> + <i>Pontogammarus crassus</i> + <i>Orthotrichia tetensii</i></p> <p><i>Viviparus viviparus</i> + <i>Caenis horaria</i> + <i>Leptocerus tineiformes</i> + <i>Lymnaea auricularia</i> + <i>Coenagrion vermale</i> + <i>Ischnura elegans</i> + <i>Pontogammarus crassus</i> + <i>Orthotrichia tetensii</i> + <i>Ischnura pumilo</i></p>
IV варіант	<p>ерик</p> <p>перехідна зона (пригирлова частина ерика) оз. Ананькін Кут</p>
Макрофіти	<p><i>Hydrocharis morsus-ranae</i></p> <p><i>Trapa natans</i> + <i>Nymphoides peltata</i> + <i>Hydrocharis morsus-ranae</i></p>
Зоопланктон	<p><i>Simoscephalus vetulus</i> + <i>Nauplii</i></p> <p><i>Simoscephalus vetulus</i> + <i>Sida crys-tallina</i> + <i>Eucyclops serrulatus</i></p>
Макрозообентос	<p><i>Dreissena polymorpha</i> (Pallas)</p> <p><i>Limnodrilus</i> sp. + <i>Ergobdella octocollata</i> + <i>Glossiphonia heteroclita</i> + <i>Polypedilum nubeculosum</i> + <i>Asellus aquaticus</i></p>
Фітофільна макрофауна	<p><i>Viviparus viviparus</i> + <i>Ergobdella octocollata</i> + <i>Caenis horaria</i></p> <p><i>Caenis horaria</i> + <i>Ergobdella octocollata</i> + <i>Asellus aquaticus</i></p>



1. Екологічна структура зоопланктону і макрозообентосу по відношенню до течії в різних варіантах (а — I, б — II, в — III, г — IV) контактуючих зон: 1 — лімнофільні, 2 — лімнореофільні, 3 — реолімнофільні, 4 — реофільні, 5 — індиферентні, 6 — не визначено.

реофільні види, частка індиферентів становила 7—17%. Реофільні види усяди відсутні, що, можливо, обумовлено невеликою швидкістю течії. Структура зоопланктону по відношенню до солоності води (галінності) (рис. 2) має спільні риси на різних ділянках: у рукаві, перехідній зоні і затоці переважають види з широкою екологічною валентністю — гіпо-мезогалінні. Однак у затоці гіпогалінні та гіпо-олігогалінні організми представлені вдвічі меншою кількістю видів, ніж в рукаві. У перехідній зоні кількість гіпогалінних видів найбільша, можливо за рахунок їх виносу з рукава та «накопиченням», намагання залишитися у прісній воді, уникання більш солоних вод затоки;



2. Екологічна структура зоопланктону і макрозообентосу по відношенню до солоності: 1 — полі-еугалінні, 2 — мезо-еугалінні, 3 — оліго-еугалінні, 4 — гіпо-мезогалінні, 5 — гіпо-олігогалінні, 6 — гіпогалінні, 7 — не визначені.

загальна біомаса зоопланктону тут у чотири рази менша, ніж у рукаві і вдвічі — ніж у затоці (див. табл. 2).

Макрозообентос рук. Білгородського був представлений 37 видами (див. табл. 2), серед яких найбільше видове багатство зареєстровано у комах (лише личинки Chironomidae представлені 11 видами). За біомасою у рукаві переважали червоногі молюски (табл. 3). У бентосі затоки зареєстровано 13 видів макробезхребетних з переважанням ракоподібних, за біомасою домінували вусоногі раки, а там, де вони були відсутні, — корофіїди. У складі макрозообентосу перехідної зони було знайдено 19 видів з найбільшим видовим багатством комах (личинки Chironomidae — вісім, Heteroptera — два види). За біомасою переважали Oligochaeta та личинки Chironomidae, які і склали домінуючий комплекс. На відміну від зоопланктону, подібність видового складу макрозообентосу була дуже низькою ($IC = 0,08-0,32$), спільних для трьох ділянок видів не знайдено.

Відмічено зменшення загального видового багатства донних макробезхребетних та спрощення структури по відношенню до швидкості течії (зменшення груп) від рукава до затоки. На відміну від зоопланктону частка реофільних видів у рукаві незначна (8%), загалом на всіх ділянках переважали індіферентні гідробіонти (див. рис. 1). За солоністю у рукаві переважали гіпо-олігогалінні види (18 видів), у затоці — оліго-еугалінні (п'ять), у перехідній зоні — представлені гіпо-мезогалінні (шість) (рис. 2). У цілому зі збільшенням солоності представленість гіпогалінних, гіпо-олігогалінних та гіпо-мезогалінних видів зменшувалась (перша група у затоці взагалі не представлена), а оліго-еугалінних, мезо-еугалінних та полі-еугалінних — збільшується (останні зустрічались лише на прилеглих до моря ділянках затоки), що цілком логічно. У перехідній зоні знайдені як прісноводні (гіпогалінні), так і морські (мезо-еугалінні) види донних безхребетних, тут була

представлена найбільша кількість груп за галинністю, біомаса як зоопланктону, так і макрзообентосу тут була найменшою.

II. *Прісні води, лотично-лентичні системи, озеро — канал — озеро.* У румунській частині дельти широко представлені системи поєднаних між собою водойм та водотоків, зокрема озера Матиця та Мергей сполучаються штучним Суецьким каналом. Озера мають значну прозорість (у весняний і літній період — до дна), у донних відкладах обох водойм переважають мулісті ґрунти (див. табл. 1). Оз. Матиця (642 га) — доволі глибока (2,5—3,0 м) слабко заросла внутрішньодельтова водойма, занурені макрофіти розвинені тут лише навесні і представлені переважно *Potamogeton trichoides* Cham. et Schltldl і *Chara vulgaris* L., їх загальне проективне покриття не перевищує 40%. Оз. Мергей (1368 га) має менші глибини (1,0—2,5 м), сильно заросле, занурена рослинність розвинена навесні і влітку, також переважають *Ch. vulgaris* і *P. trichoides*, але загальне проективне покриття вдвічі більше (до 80%). Довжина каналу близько 2 км, глибини до 3,5 м, занурена рослинність майже відсутня, в прибережних ділянках відмічаються окремі плями *Nuphar lutea* (L.).

У зоопланктоні оз. Матиця зареєстровано 57 видів (див. табл. 2), найбільш представлені та масові — *Rotatoria* (див. табл. 2, 3). В оз. Мергей зареєстровано 73 види, найбільшим видовим багатством також характеризувалися *Rotatoria*, які разом з *Sorperoda* переважали за біомасою і входили до домінуючого комплексу (див. табл. 3). У каналі зоопланктон дещо бідніший, зареєстровано 54 види, як і в озерах найбільшим видовим багатством характеризувались *Rotatoria*, які разом з *Sorperoda* переважали за біомасою (див. табл. 2, 3). Загалом видовий склад усіх трьох досліджених акваторій мав високу подібність (значення коефіцієнту Серенсена становили 0,65—0,73), 35 видів (36% загальної кількості) були спільними. Ймовірно, така картина зумовлена з одного боку невеликими розмірами каналу, а з іншого — перетіканням вод впродовж вегетаційного сезону в обох напрямках в залежності від водності Дунаю. Структура зоопланктону по відношенню до течії (див. рис. 1) подібна: усюди представлені п'ять груп (відсутні реофільні види), загалом переважали реолімнофільні та лімнореофільні види, частка індіферентних видів сягала 22%.

Зообентос оз. Матиця представлений 28 видами, оз. Мергей — 34, а каналу — 17. За видовим багатством в усіх трьох акваторіях переважали личинки комах (зокрема *Chironomidae*), за біомасою — молюски (див. табл. 2, 3). Подібність видового складу макрзообентосу між озерами досить висока, $IC = 0,65$ (виявлено 20 спільних видів, з яких 12 не зустрічались у каналі), а між озерами та каналом — значно нижча ($IC = 0,36—0,39$) (вісім видів виявлено в обох озерах і в каналі, а сім зустрічались лише у каналі). У структурі зообентосу (див. рис. 1) доволі рівномірно (25—41%) були представлені реолімнофільні, лімнореофільні та індіферентні, в оз. Матиця зареєстрований один реофільний вид — *Limnodrilus udekemianus* (Claparede).

III. *Прісні води, лотично-лентичні системи, рукав — озеро.* Дослідження проведені на прикладі оз. Мергей та рук. Суліманка. Останній — природний вузький водотік, який слабко заростає у нижній течії біля місця впадіння в

озеро, макрофіти представлені переважно прибережними заростями *Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud., у нижньому ярусі яких зустрічаються окремі екземпляри *Myriophyllum spicatum* L. і *Ceratophyllum demersum* L. Ґрунти переважно із ракушняка з домішками піску та (або) сірого мулу. Перехідна зона, де рукав впадає в озеро, — мілководна, з переважно мулистими ґрунтами, сильно заростає (до 80% акваторії) зануреними рослинами з переважанням *M. verticillatum* L. (до 30%).

У зоопланктоні рукава зареєстровано 40 видів, озера — 86, у перехідній зоні — 60. За видовим багатством в усіх трьох акваторіях переважали Rotatoria. За біомасою домінували Rotatoria і Copepoda (див. табл. 2, 3). Зоопланктон перехідної зони характеризувався значною подібністю видового складу як із зоопланктон рукава, так і озера (IC = відповідно 0,64 та 0,67), у свою чергу подібність видового складу зоопланктону двох контактуючих гідробіоценозів дещо менша — IC = 0,54. Загалом, із 102 видів в усіх трьох акваторіях було знайдено 30, з яких найбільш представлені реолімнофільні коловертки — дев'ять. У структурі зоопланктону по відношенню до течії спостерігається логічне зростання частки лімнореофільних і зниження — реолімнофільних видів у напрямку від рукава до озера (див. рис. 1).

Макрозообентос рукава і озера був представлений майже однаковою кількістю видів (відповідно 31 і 34), однак його таксономічний склад значно відрізнявся. Так, за видовим багатством в обох акваторіях переважали личинки комах (зокрема, Chironomidae), але кількість їх видів в озері була в 1,7 разів більшою, ніж у рукаві. Ракоподібні у рукаві представлені шістьма видами Amphipoda, тоді як у озері зареєстрований лише один вид Gammaridae *Pontogammarus robustoides* (Sars). Дещо більше у рукаві і Oligochaeta (сім проти п'яти в озері) і Mollusca (п'ять проти чотирьох). Перехідна зона характеризувалась збідненим видовим складом макрозообентосу: тут були відсутні молюски, а комахи представлені лише личинками Diptera (сім видів Chironomidae і один Ceratopogonidae), знайдені також два види Oligochaeta. Діапазон значень IC (0,27—0,40) вказує на загалом невисоку подібність видового складу макрозообентосу досліджених акваторій — знайдено лише три спільних для всіх трьох ділянок види (*Chironomus plumosus* (L.), *Parachironomus pararostatus* (Lenz) і *Tubifex tubifex* (O. F. Müller)). Перехідна зона за видовим складом майже в три рази бідніша за прилеглі акваторії, що зумовлює низьку подібність (IC = 0,27—0,30) з макрозообентосом як озера (лише чотири спільні види), так і рукава (лише три).

У перехідній зоні загальна біомаса макрозообентосу значно нижча, ніж у контактуючих водних об'єктах (див. табл. 2), тоді як рівень біомаси м'якого бентосу відповідає аналогічному у рукаві. За біомасою у рукаві і озері переважали молюски: у рукаві — *Bivalvia*, в озері — *Gastropoda* (див. табл. 2, 3). У перехідній зоні за біомасою загалом переважали личинки Chironomidae, хоча в домінуючий комплекс входили і Oligochaeta.

У структурі макрозообентосу по відношенню до течії в усіх акваторіях значну частку складають (у перехідній зоні і озері переважають) індіферентні види (до яких переважно належать личинки Chironomidae, що в озерних екосистемах досягають значного різноманіття). Реофільні види присутні

лише у рукаві і перехідній зоні. У напрямку від рукава до озера відбувається логічне збільшення кількості лімнореофільних (з трьох до восьми) і зменшення — реолімнофільних (з десяти до шести) видів.

Розвиток фітофільних організмів зазвичай пов'язаний з розвитком вищої водної рослинності. Так, у рукаві, де рослинність досить бідна, збіднений і склад фітофільної макрофауни: зареєстровано 12 видів, з найбільш різноманітно представленими комахами (чотири — Chironomidae, два — Trichoptera, один — Ephemeroptera). В озері знайдений 61 вид макробезхребетних, переважали личинки комах, зокрема Chironomidae (15 видів). У перехідній зоні (пригирлова частина озера) у складі фітофільної фауни відмічено 38 видів, що у три рази більше, ніж у водотоці і у півтора разу менше, ніж в озері. Тут, як і на інших ділянках, найбагатше представлені личинки комах (23 види, з переважанням Chironomidae — дев'ять), також у порівнянні з озером і рукавом більш представлені ракоподібні — загалом п'ять видів (чотири — Gammaridae і один — Mysidacea).

Фітофільна фауна перехідної зони і власне озера мали значну подібність між собою (27 спільних видів, $IC = 0,55$), і значно меншу — з такою рукава (11 спільних видів, $IC = 0,44$). Лише в озері знайдений 31 вид безхребетних, лише у перехідній зоні — десять, тоді як притаманних лише рукаву видів не зафіксовано.

За біомасою у складі фітофільних угруповань в усіх трьох акваторіях переважали комахи, різні ряди яких були представлені майже рівномірно. Це відобразилось на структурі домінуючих комплексів, представлених значною кількістю видів (див. табл. 3).

У структурі фітофільної фауни по відношенню до течії на всіх досліджених ділянках переважали індивідуальні види, що є цілком логічним зважаючи на середовищеутворюючий вплив рослин, який певною мірою нівелює дію чинників зовнішнього середовища. Частки лімнореофільних (21—25%) і лімнофільних (25—26%) видів майже однакові, а їх абсолютна кількість зростає від рукава до озера: лімнореофілів — з трьох до 13 видів, лімнофілів — з трьох до 15.

IV. Прісні води, лотично-лентичні системи, ерик — озеро. Четвертий варіант контактуючих гідробіоценозів у загальних рисах подібний до попереднього: рукав — озеро. Але ерик насправді доволі специфічний водотік, його виділяють в окремий тип [4], у наших дослідженнях ерик був коротший за рук. Суліманку, із слабшою течією, меншими глибинами та більшим замуленням. Він поєднує оз. Ананькін Кут, що менше за розмірами та глибинами ніж оз. Мергей та більш заросле рослинністю з плаваючими листям, із рук. Восточний, що потужніший за рук. Суліманка. Зважаючи на розбіжності, ми виділили ці контактуючі гідробіоценози в окремий варіант.

Оз. Ананькін Кут — у минулому солонуватоводна, а наразі прісноводна водойма, його площа ≈ 171 га, характеризується незначними глибинами (до 1 м), переважно чорними мулистими ґрунтами (див. табл. 1). Водне плесо північної частини з травня по жовтень на 100% заростає вищими водними

рослинами (переважно *Trapa natans* L. і *Nymphaea alba* L.). Єрик, що з'єднує рук. Восточний і оз. Ананькін Кут має довжину 2,70 км і ширину $\approx 8,0$ м, глибина по фарватеру в ньому може сягати 3,0—3,5 м, донні відклади представлені сірими і чорними мулами. На більшій частині ерику *Ph. australis* формує розріджену прибережну смугу заростей, у водному плесі присутні плями рослин з плаваючим листям і вільноплаваючих з домінуванням *Hydrocharis morsus-ranae* L. Напрямок течії в ерику мінливий, при повенях, водопіллі або нагонах з моря вода з рук. Восточного через ерик надходить в озеро, а у період межені, коли рівень води в рукавах Дунаю знижується, спостерігається зворотній напрямок течії — із озера в ерик і далі в рук. Восточний. Перехідна зона, де ерик впадає в оз. Ананькін Кут, характеризувалась незначними глибинами (до 1,5 м) і сильним заростання (до 80%). Серед водних макрофітів переважали *T. natans*, *Nymphoides peltata* (S. G. Gmel.) Kuntze і *H. morsus-ranae*, дещо менше проєктивне покриття у *Salvinia natans* (L.) All., *C. demersum*, *Lemna minor* L. і *Spirodela polyrrhiza* (L.) Schleid.

Зоопланктон ерика представлений 14 видами, озера — 20, а у перехідній зоні знайдено 24 види (див. табл. 2, рис. 1). За видовим багатством у ерику і перехідній зоні переважали Cladocera, в озері — Copepoda. Найбільший вплив на формування зоопланктону у перехідній зоні мали угруповання озера (17 спільних видів, ІС = 0,77), дещо менша подібність зоопланктону перехідної зони і ерика (12 спільних видів, ІС = 0,63). Біомаса зоопланктону збільшувалась від водотоку до водойми (див. табл. 2), в усіх трьох акваторіях переважали Cladocera, але домінуючий комплекс однаковий лише в озері та перехідній зоні, а в ерику є відмінності на рівні субдомінанта (див. табл. 3). Структура зоопланктону всіх акваторій за відношенням до швидкості течії подібна: переважали реолімнофільні та лімнореофільні види (див. рис. 1). Частка лімнофільних видів збільшується від ерику до озера.

У ерику і озері зареєстрована майже однакова кількість видів макрозообентосу (відповідно 31 і 34), у перехідній зоні дещо менше (29). Найбільш різноманітно в усіх акваторіях представлені личинки комах (зокрема Chironomidae). Подібність видового складу макрозообентосу для всіх трьох акваторій достатньо висока: значення ІС були в межах 0,50—0,63, виявлено 13 спільних видів. На склад зообентосу перехідної зони більший вплив мав зообентос озера (ІС = 0,63, 20 спільних видів), тоді як між зообентосом ерика і перехідної зони ці показники менші (відповідно 0,50 та 15). Від ерика до озера біомаса макрозообентосу зменшувалась (див. табл. 2), домінуючий комплекс змінювався (див. табл. 3). Так, у ерику за біомасою переважають молюски, у перехідній зоні і озері — кільчасті черви (*Limnodrilus* sp.) зі значною кількістю субдомінантних видів. На всіх трьох ділянках за видовим багатством переважали індиферентні по відношенню до течії види, зокрема ця група представлена личинками Chironomidae та Hirudinea, які досить багаті в досліджених акваторіях; зафіксовано зростання представленості реолімнофільних видів від ерику до озера.

Фітофільна фауна ерика і озера була представлена близькою кількістю видів (відповідно 55 та 59), у перехідній зоні її видове багатство нижче (50 видів). Найрізноманітніше в усіх трьох акваторіях були представлені личинки комах, серед яких найбільша кількість видів Chironomidae. Значення ІС

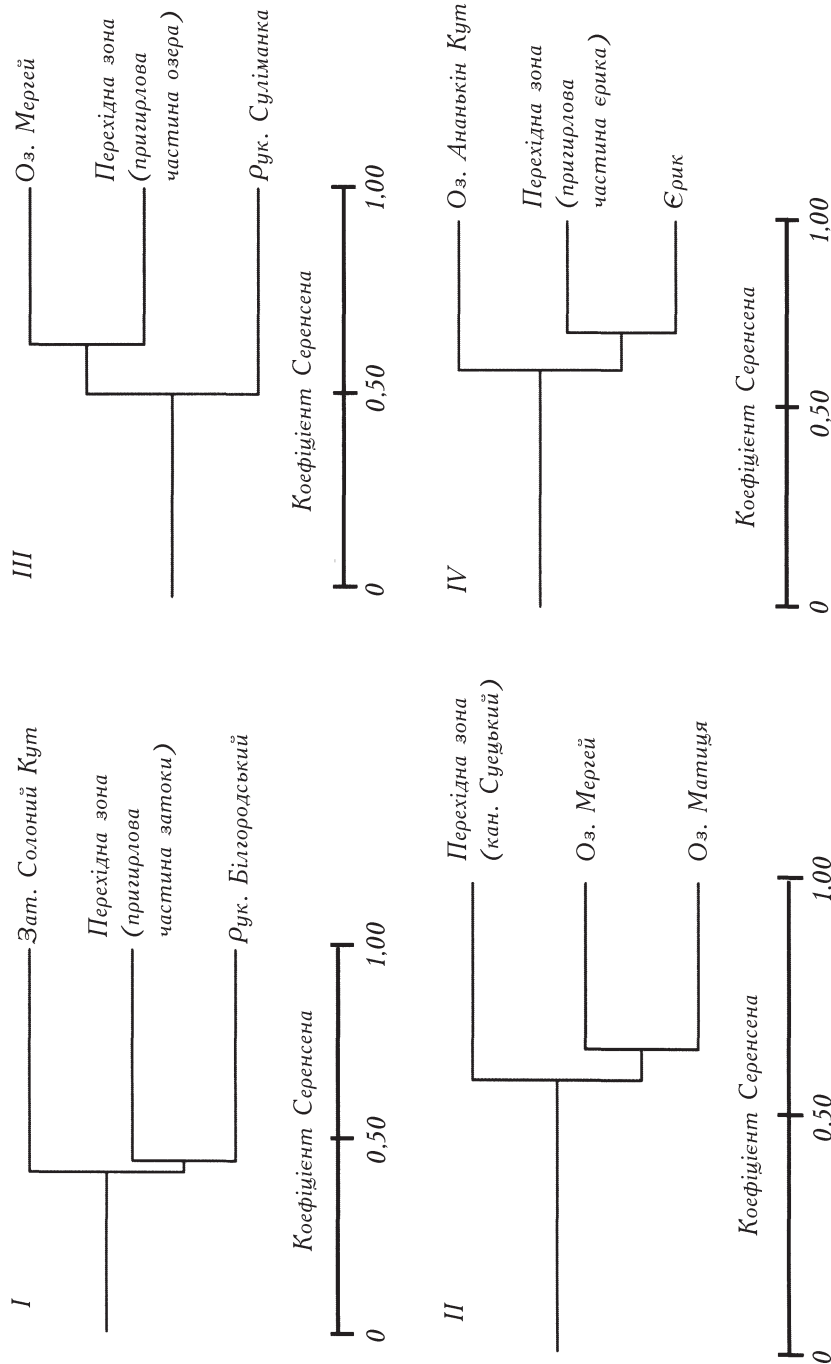
(0,58—0,76) свідчать про значну подібність фітофільних комплексів всіх трьох акваторій, що обумовлено наявністю 30 спільних видів макробезхребетних (це третина від загального видового складу фітофільної фауни цих контактуючих гідробіоценозів). Внесок ерика і озера у видове багатство перехідної зони майже однаковий (40 і 35 спільних видів відповідно). Біомаса фітофільних макробезхребетних у перехідній зоні майже удвоє більша, ніж у ерику, і у десять раз більша, ніж в озері. У ерику за біомасою переважали червоногі молюски *V. viviparus* разом з *Erpobdella octocollata* (Linne) і *C. horaria*. В озері домінували личинки одноденок, п'явки та рівноногі ракоподібні (див. табл. 3). У перехідній зоні в домінуючий комплекс входили *Lymnaea stagnalis* (Linne) і *E. octocollata*. По відношенню до швидкості течії усюди переважали лімнофільні та індіферентні види (див. рис. 1). Кількість реофільних видів логічно зменшувалась у напрямку від ерика до озера.

Обговорення результатів

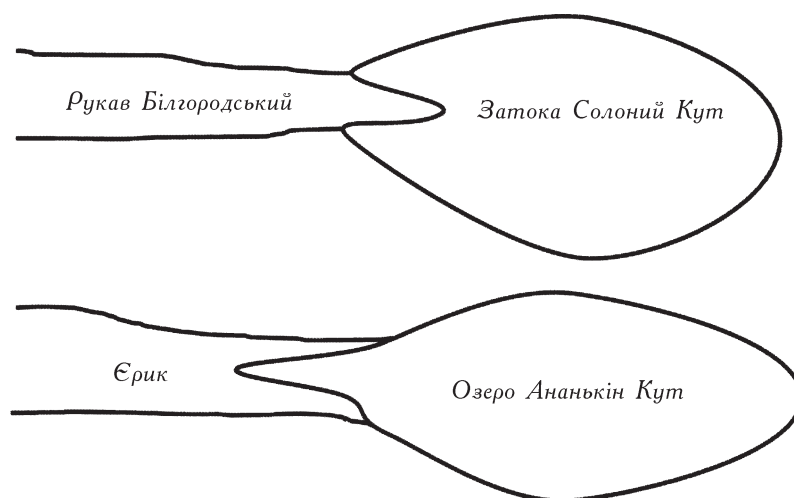
Результати аналізу подібності видового складу (зоопланктон + зообентос + фітофільна фауна) представлені на рис. 3. Найменші значення ІС відзначені для системи прісної/солоні води, рук. Білгородський — зат. Солоний Кут. Цікаво, що перехідна зона, хоч і локалізована у затоці, за складом безхребетних більше тяжіє до рукава, що можливо, пов'язано з активним виносом сюди безхребетних, насамперед макроформ, тоді як зоопланктон виноситься і далі у затоку (значення коефіцієнта подібності зоопланктона рук. Білгородський і зат. Солоний кут складає 0,83). Затока і перехідна зона (її пригирлова частина) мають спільного домінанта — *S. crystallina*, який зустрічається і у рукаві, але не набуває значного розвитку. Це широко розповсюджений голарктичний вид *Cladocera*, що мешкає серед водної рослинності у літоралі озер і водосховищ, а також у річках з повільною течією. Загалом, низькі значення коефіцієнта подібності загального видового складу безхребетних різних ділянок контактуючих гідробіоценозів пов'язані з суттєвими відмінностями у складі макрозообентосу, який представлений як прісноводними видами, винесеними з рукава, так і евригалінними видами затоки. Таким чином, у зоні контакту прісних і солоних вод структура зоопланктону подібна зі структурою зоопланктону рукава, а склад макробезхребетних відрізняється від макрозообентосу і рукава, і затоки. Загалом, зважаючи на доволі низькі значення ІС і різний склад домінантів (див. табл. 3, рис. 3), можна говорити про три окремі гідробіоценози.

Дещо вищою, на рівні 0,50, була подібність у системі прісної води, логічно — лентичні системи, рук. Суліманка — оз. Мергей. Її особливістю є певна відособленість розташованої у пригирловій частині озера перехідної зони, що являє собою сильно зарослу мілководну ділянку, де домінанти спільні як з рукавом (зоопланктон), так і з озером (фітофільна фауна) (див. табл. 2). Але, зважаючи на коефіцієнти подібності і домінуючі види, і тут можна припускати існування окремого гідробіоценозу, тобто, як і у попередньому випадку, у цілому маємо три відособлених гідробіоценози (рис. 3).

Система контакту двох озер — Матиці і Мергея через Суецький канал вирізняється високою подібністю видового складу саме водойм (коефіцієнт Серенсена дорівнює 0,65), насамперед за рахунок спільних видів, які не вхо-



3. Дендрограми подібності видового складу контактуючих гідробіоценозів.



4. Взаємопроникнення гідробіоценозів.

дять до домінуючого комплексу, однакові в обох озерах домінанти відмічені лише у зоопланктоні (див. табл. 3). Зважаючи на вищі значення ІС видового складу вважаємо за можливе стверджувати існування у них однакового гідробіоценозу та про певне відособлення гідробіоценозу каналу, що їх сполучає, останній, за зміною домінантів цілком відповідає терміну «перехідний» (див. табл. 3). Нижчі (ніж для озер, що формують один кластер) значення ІС між біотою озер і каналу свідчать про певну відособленість його видового складу (див. рис. 3). Незважаючи на двосторонні перетоки між озерами, у каналі формується своє населення із характерними структурними показниками, тобто зміна умов оточуючого середовища спричинила зміну фізіології його біоти.

Останній варіант контактуючих гідробіоценозів: прісні води, лотично-лентичні системи, ерик — оз. Ананькін Кут характеризується високими значеннями ІС видового складу (див. рис. 3). Перехідна зона, розташована у пригірловій частині ерика, об'єднується в один кластер (один гідробіоценоз) з озером, який має високий показник подібності з ериком, як за видовим складом ($IC = 0,71$), так і за домінуючим комплексом видів (див. табл. 3), особливо зоопланктону.

Загалом можна констатувати, що за показниками видової подібності та домінуючими комплексами видів нами досліджені різні гідробіоценози, або їх частини (система озер Матиця — Мергей), а перехідна зона була або відокремлена до рівня окремого гідробіоценозу, або входила в один з контактуючих гідробіоценозів, при цьому її локалізація могла розширювати межі гідробіоценозу за межі водного об'єкта (рис. 4).

Аналіз змін видового багатства не виявив чітких однозначних ефектів, якими б характеризувались перехідні зони, зокрема максимальний показник тут зареєстрований лише в одному випадку (зоопланктон у перехідній

зоні системи ерик — оз. Ананькін Кут) (див. табл. 2), хоча, зважаючи на їх відповідність класичному екотону, підвищення кількості видів, як загалом, так і окремих угруповань були цілком очікуваними і вірогідними.

Кількісні показники, як і видове багатство, також були динамічними і загалом виявилися доволі складними для інтерпретування проявів крайового ефекту. Зважаючи, що об'єднання чисельності чи біомаси різних біотичних угруповань, наприклад зоопланктону та макрофауни, не завжди коректне, доцільніше аналізувати динаміку кожного показника окремо. Перехідна зона у більшості випадків характеризувалась зменшенням біомаси, насамперед зоопланктону. Стосовно макрзообентосу і фітофільної макрофауни (див. табл. 2) можливі різні варіанти, як з максимальною біомасою в зоні контакту, так і мінімальною і проміжною. Загалом певних логічних закономірностей не відзначено.

Висновки

Перехід від одного гідробіоценозу до іншого (зміна умов існування) може супроводжуватися структурними перебудовами як окремих угруповань, так і, як наслідок, зміною структури усього гідробіоценозу. Зоопланктон переважно показував логічні зміни структури із переходом від лотичних до лентичних умов існування, і разом з цим міг зберігати однакові структурні показники на всіх трьох ділянках, можливо за рахунок «інерції» навколишньої водної маси, у якій він плинув уздовж трансекти спостереження. Збереження екологічної структури фітофільної фауни пов'язане з едифікуючими властивостями рослин, що утворюють захисне мікросередовище. У структурі макрзообентосу за швидкістю течії відзначене як спрощення (зменшення груп у ряду від рукава до затоки), так і переважання індиферентних видів, а також не завжди логічні знахідки реофільних гідробіонтів. Структура макрзообентосу за галінністю була представлена найбільшою кількістю складових у перехідній зоні, разом з цим тут була зафіксована їх найменша біомаса (як і зоопланктону). Там, де відмічене різке зниження («провал») характеристик макрзообентосу, структура зоопланктону, який постійно надходить у зону контакту з межуючих гідробіоценозів, і фітофільних комплексів, які існують у мікросередовищі серед рослин, змінюються несуттєво.

Отримані результати підтверджують важливість у формуванні фізіономіки гідробіоценозів і їх кордонів як абіотичних, коли морфометричні характеристики водного об'єкта дозволяють сформуванню відокремлений гідробіоценоз в оточенні і постійному впливі іншого (перетоки водних мас з озер Матиця — Мергей через Суецький канал), так і біотичних складових, наприклад взаємопроникнення одного в інший у зоні контакту (системи «рукав Білгородський — затока Солоний Кут» та «ерик — оз. Ананькін Кут»). Це підтверджує доцільність визначення декількох меж гідробіоценозів [13]: внутрішньої (або центральної), де зосереджені всі популяції гідробіоценозу, і зовнішньої, що окреслює розповсюдження (виходи) деяких популяцій за межі материнського водного об'єкту.

Загалом, говорячи про взаємодію гідробіоценозів і їх угруповань, важко обійти питання екотонів, їх границь і проявів крайового ефекту. Останній, за нашими результатами, проявляється не у всіх випадках. Треба зважати, що у зоні взаємодії, взаємопроникнення гідробіоценозів ефекти, що виникають, обумов-

лює не один, а низка факторів, тому й результати не є однозначними. Різні біотичні угруповання можуть по різному реагувати при переході від одного водного об'єкта до іншого, прояв крайового ефекту у перехідній зоні залежить від сукупності змін характеристик окремих спільнот, тому виникає не завжди.

Зважаючи на несхожі реакції різних угруповань на зміну умов існування (водних об'єктів у нашому випадку), напевне треба з бережністю підходити до визначення границь екотонів за окремими біотичними угрупованнями, на що ми вказували й раніше [17, 18]. Класичний ефект «галявини» Ю. Одума [9] у лотично-лентичних умовах дельти на рівні безхребетних, серед яких переважають організми, що неспроможні протистояти течії, логічно має дещо інші прояви, ніж у наземних екосистемах. Зокрема, певна кількість організмів пасивно переноситься течією з одного гідробіоценозу в інший, де в залежності від нових умов, сприятливих чи несприятливих для їх існування, або продовжують свій розвиток, або гинуть. Відсутність очікуваних проявів взаємодії окремих гідробіоценозів і їх угруповань ніяким чином не суперечить існуванню класичного екотону дельти «річка — море», що є природним явищем вищого порядку і набагато більшим за масштабами, ніж досліджені нами гідробіоценози. Строго говорячи, наші дослідження проведені всередині екотону, а зафіксовані ефекти є складовим його загального прояву. Описуючи екотони Ю. Одум [9] вказував, що прояви крайових ефектів у них не є явищем універсальним. Сподіваємось, що представлені результати дають певні пояснення їх відсутності чи наявності.

**

Исследованы различные участки контактирующих гидробиоценозов. Показано, что разные биотические группировки могут по-разному реагировать при их взатмодействии, проявление краевого эффекта в переходной зоне зависит от совокупности изменений характеристик отдельных сообществ, поэтому возникает не всегда. Подтверждена целесообразность определения внутренней (или центральной) и внешней границ гидробиоценозов.

**

Different sections of contacting hydrobiocenoses have been investigated. The biotic communities can react in different ways when they transit from one water body to another. The display of boundary effect in transitional zone depends on feature variation conjunction of distinct communities, that's why it does not always appear. The reasonability of internal (or central) and external hydrobiocenose boundaries is confirmed.

**

1. Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. — СПб.: Наука, 2000. — 147 с.
2. Біорізноманітність Дунайського біосферного заповідника, збереження та управління. — К.: Наук. думка, 1999. — 704 с.
3. Добровольский Г.В., Никитин Е.Д. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы. — М.: Наука, 2000. — 186 с.
4. Иванов В.А., Миньковская Р.Я. Морские устья рек Украины и устьевые процессы. Ч. 1. — Севастополь, 2008. — 448 с.

5. *Кутикова Л.А.* Коловратки фауны СССР (Rotatoria). Подкласс Eurotatoria (отряды Ploimida, Monimotrochida, Paedotrochida). — Л.: Наука, 1970. — 744 с.
6. *Мануйлова Е.Ф.* Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. — М.-Л.: Наука, 1964. — 328 с.
7. *Методы гідроекологічних досліджень поверхневих вод / За ред. В. Д. Романенка.* — К.: ЛОГОС, 2006. — 408 с.
8. *Монченко В.І.* Щелепороті циклоподібні, циклопи (Cyclopidae). Фауна України. — К.: Наук. думка, 1974. — Т. 27, вип. 3. — 452 с.
9. *Одум Ю.* Экология. — М.: Мир, 1986. — Т. 2. — 376 с.
10. *Определитель фауны Черного и Азовского морей. Том первый. Ракообразные.* — Киев: Наук. думка, 1968. — 536 с.
11. *Определитель фауны Черного и Азовского морей. Том второй. Свободноживущие беспозвоночные. Простейшие, губки, кишечнорастворимые, черви, щупальцевые.* — Киев: Наук. думка, 1969. — 440 с.
12. *Остроумов С.А.* Биологические эффекты поверхностно-активных веществ в связи с антропогенными воздействиями на биосферу. — М.: МАКС-Пресс, 2000. — 116 с.
13. *Остроумов С.А.* Концепции экологии «экосистема», «биогеоценоз», «границы экосистем»: поиск новых определений // Вестн. Моск. гос. ун-та. Сер. 16. Биология. — 2003. — № 3. — С. 43—50.
14. *Пуграйко М.Л.* Зоопланктон водоемов Европейской части СССР. — М.: Наука, 1984. — 208 с.
15. *Шилов И.А.* Экология. — М.: Высш. шк., 2000. — 512 с.
16. *Danube delta. Genesis and Biodiversity.* — Leiden: Backhuys Publishers, 2006. — 445 p.
17. *Kharchenko T. A., Lyashenko A.V.* Structural and Functional Parameters of Macrozoobenthos of Water Ecotones and Indicators of the Ecotone Boundaries // Hydrobiol. J. — 1998. — Vol. 34, N 2—3. — P. 111—119.
18. *Lyashenko A. V., Zorina-Sakharova Ye. Ye.* Macroinvertebrates of the Marine Edge and Fore-delta of the Kiliya Branch of the Danube River Delta // Ibid. — 2015. — Vol. 51, N 2. — P. 3—20.
19. *Manual for the application of the AQEM system. A comprehensive method to assess European streams using benthic macroinvertebrates, developed for the purpose of the Water Framework Directive (2002): AQEM Consortium. Version 1.0.* — 202 p.
20. *Ostroumov S.A., Dodson S., Hamilton D. et al.* Medium-term and long-term priorities in ecological studies for the 21-st century // Ecological Studies, Hazards and Solutions. — 2000. — Vol. 3. — P. 25—27.
21. *Spears B. M., Gunn I. D.M., Carvalho L. et al.* An evaluation of methods for sampling macrophyte maximum colonisation depth in Loch Leven, Scotland // Aquatic Botany. — 2009. — N 91. — P. 75—81.