

# ЗАГАЛЬНА ГІДРОБІОЛОГІЯ

---

УДК 592 (282.243.7.05)

**В.В. МАКОВСЬКИЙ**, пров. інженер,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 02120, Україна  
e-mail: vmakovskiy@gmail.com  
ORCID 0009-0007-9582-6532

**А.В. ЛЯШЕНКО**, д. б. н., ст. наук. співроб., пров. наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 02120, Україна  
e-mail: ArtemLyashenko@bigmir.net  
ORCID 0000-0003-0028-4974

**Н.М. МАКОВСЬКА**, к. с.-г. н., наук. співроб.,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Володимира Івасюка, 12, Київ, 02120, Україна  
e-mail: makovska.n@gmail.com  
ORCID 0000-0002-1973-814X

**С.О. АФАНАСЬЄВ**, д. б. н., проф., академік НАН України, директор,  
Інститут гідробіології НАН України,  
просп. Героїв Сталінграда, 12, Київ, 02100, Україна  
e-mail: safanasyev@ukr.net  
ORCID 0000-0002-5247-3542

## ТИПОЛОГІЯ МАСИВІВ ПОВЕРХНЕВИХ ВОД ПОНИЗЗЯ ДУНАЮ НА ОСНОВІ СТРУКТУРИ УГРУПОВАНЬ ДОННИХ МАКРОБЕЗХРЕБЕТНИХ

---

*У роботі представлено результати типологічного аналізу водних об'єктів дельти Дунаю (українська та румунська частини) на основі таксономічного складу угруповань донних макробезхребетних. Використано ієрархічну кластеризацію за індексами Морісіті та Чекановського — Серенсена для виявлення подібності угруповань донних макробезхребетних у різнотипних водних об'єктах. Встановлено наявність чітко виражених типологічно однорідних груп водойм, що відображають спільність гідрологічних, геохімічних та біоценотичних характеристик. Запропоновано оновлений варіант типології масивів поверхневих вод та кодифікацію водних об'єктів нижнього Дунаю згідно з національною методикою та вимогами Водної рамкової директиви ЄС.*

**Ключові слова:** масиви поверхневих вод, донні макробезхребетні, подібність видового складу, кластерний аналіз, водні об'єкти дельти Дунаю.

---

Ц и т у в а н н я: Маковський В.В., [Ляшенко А.В.], Маковська Н.М., Афанасьєв С.О. Типологія масивів поверхневих вод пониззя Дунаю на основі структури угруповань донних макробезхребетних. *Гідробіол. журн.* 2026. Т. 62, № 1. С. 3—14.

ISSN 0375-8990. Гідробіологічний журнал. 2026. 62(1)

3

Визначення масивів поверхневих вод (МПВ) є ключовим етапом у реалізації положень Водної рамкової директиви Європейського Союзу, 2000/60/ЕС (ВРД), яка вимагає типологічного поділу водних об'єктів з метою екологічного моніторингу та управління водними ресурсами [10]. Одним із найбільш інформативних біологічних елементів з рекомендованих ВРД для оцінки екологічного стану є донні макробезхребетні [7, 8]. Ця група організмів відіграє важливу роль як надійний індикатор екологічного стану, оскільки поєднує високу чутливість до різних типів антропогенного впливу (органічне забруднення, евтрофікація, гідроморфологічні зміни) з обмеженою рухливістю, що дозволяє фіксувати локальні зміни якості середовища [15]. Їх видовий та функціональний склад дозволяє виявити екологічні закономірності просторового характеру, які лежать в основі формування природних або антропогенно-модифікованих масивів поверхневих вод [4]. З огляду на різноманіття біотичних факторів, дослідження типоспецифічної однорідності угруповань донних макробезхребетних є важливим для ідентифікації окремих масивів поверхневих вод у межах одного водного об'єкту. Крім того, донні макробезхребетні інтегрують екологічний вплив у часі, реагуючи на середньо та довгострокові зміни умов середовища, що робить їх придатними не лише для поточної біоіндикації якості води [12], а й для загального типологічного аналізу водних екосистем [6, 18] і подальшої оцінки екологічного стану [5].

Отже, використання донних макробезхребетних як типологічного індикатора є екологічно доцільним, науково обґрунтованим та рекомендованим підходом у формуванні кадастру МПВ, особливо у гідрологічно складних системах, таких як дельти, заплави та естуарії [16].

### Матеріал і методика досліджень

Матеріалом роботи слугували результати досліджень донних макробезхребетних здійснених протягом 2004—2023 рр. у різнотипних водних об'єктах дельти Дунаю. Аналіз охоплює водні об'єкти як української так і румунської частин дельти: рукави, затоки, озера та основне русло.

Українська частина Дунаю досліджувалась від м. Рені до впадіння в Чорне море: основне русло (від ділянки вище м. Рені до Ізмаїльського Чаталу) та Кілійська дельта (КДД) — основні рукави (Кілійський (від Ізмаїльського Чаталу до м. Вилкове), Старостамбульський (на ділянках вище і нижче витоку рукавів Бистрий та Восточний), Очаківський (на місці відгалуження від Кілійського рукава до розгалуження на рукави Прорва та Потапівський), Білгородський рукав (нижче м. Вилкове та в місці розгалуження до солонуватоводних заток). Прісноводні та солонуватоводні затоки КДД досліджували за трансектами вершина — середина — місце впадіння протоки, надалі інформацію інтегрували для всього водного об'єкта в цілому [11].

Дослідження румунської Сулінської дельти Дунаю (СДД) проведено на озерах Матиця, Мергей та Малий Мергей, які утворились набагато раніше від досить молодих заток КДД і за походженням є залишками де-

пресій [9], а також на прилеглих до них рукавах Лопатна, Суліманка і канал Суецький.

Збори для цієї роботи виконано в типових біотопах з домінуючих донних ґрунтів згідно з рекомендаціями STAR-AQEM sampling method [11] але, на відміну від нього, ми не враховували репліки проб фітофільних організмів відібрані безпосередньо з водних рослин. Проби на чистоводді відбирали з плавзасобів за допомогою секційного дночерпака (СДЧ-100) з робочою поверхнею 0,01 м<sup>2</sup>, а також на прибережних мілинах вброд пробовідбірником коробчастого типу яким вирізали зразки ґрунту 10×10×5 см.

Для кількісної оцінки подібності видового складу безхребетних досліджуваних МПВ застосовували кластерний аналіз із використанням індексів Чекановського — Серенсена (ІЧС) і Морісіті (ІМ) [13]. ІЧС є одним із найчутливіших до наявності спільних таксонів, що робить його використання доцільним для аналізу структур угруповань, особливо у випадках з високою видовою неоднорідністю. Оцінка подібності за ІМ відноситься до найкращих з відомих підходів [17], оскільки він найменше серед найуживаніших кількісних індексів подібності залежить від кількості видів та розміру вибірки, [14, 19]. При формуванні матриці для аналізу використовували усереднені багаторічні дані за весь вегетаційний сезон (весна, літо, осінь). Для зменшення впливу можливих похибок внаслідок різного ступеню повторюваності відборів у межах різних водних об'єктів КДД та СДД, для тих водних об'єктів, де в окремі роки сезонні відбори не були проведені, для усереднення були додані також результати отримані в окремі сезони року.

Визначення типів МПВ та їх кодування проводили ґрунтуючись на положеннях Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод [3] з урахуванням гідроморфологічних особливостей дельти Дунаю.

### Результати досліджень та їх обговорення

Видовий склад макробезхребетних в пробах, що були використані для порівняння і подальшої типології МПВ, становить 216 видів, що належать до 26 надвидових таксонів. Слід зазначити що проаналізований видовий склад донної макрофауни не є вичерпним для пониззя Дунаю де за весь період гідробіологічних досліджень було відмічено більше 890 видів безхребетних тварин [2], оскільки не враховує результати якісних проб та отримані в біотопах що складають менше 5 % від поверхні дна [11] та фітофільних безхребетних асоційованих із заростями водної рослинності.

Загалом серед відмічених груп макробезхребетних найбільшим видовим багатством характеризувалися комахи — 91 вид, у складі яких найбільше видів зареєстровано серед личинок комарів дзвінців Chironomidae — 51. У складі ракоподібних які налічували 45 видів, переважали Amphipoda — 30 видів, зокрема Gammaridae — 24 види. Тип кільчасті черви сукупно налічував 41 вид з яких найбільшим видовим багатством характеризувався клас малощетинкових червів — 30 видів. Тип Mollusca на-

лічував 36 видів, серед яких найбільше відмічено червононогих — 23 види. Інші знайдені нами таксономічні групи представлені епізодично, невеликою кількістю видів (табл. 1).

Перед тим як провести виокремлення та типологію МПВ пониззя Дунаю на основі структурних показників макрофауни донних безхребетних ми попередньо класифікували всі досліджені водні об'єкти на декілька груп відповідно до стандартного гідроморфологічного поділу [1]: основне русло, рукави, озера, прісноводні та солонуватоводні затоки з урахуванням їх локалізації в КДД чи СДД.

В основному руслі Дунаю за період досліджень було знайдено 37 видів донних макробезхребетних з 10 груп вищого рангу, переважна більшість з яких належить до реофілів. Найбагатшими за кількістю видів були групи гамарид, що налічували 10 видів малоцетинкових червів — вісім видів та корофіїд — шість видів. Молюски були представлені п'ятьма видами (три види двостулкових та два — червононогих). *Dreissena polymorpha* (Pallas) у досить великій кількості зустрічалась на кам'янистому ґрунті на глибинах до 22 м і фактично зумовлювала загальну фізіономію донних угруповань. На піщаних ґрунтах та помірних глибинах в масі зустрічалась *Corbicula fluminea* (O. F. Müller). Третій вид *Unio tumidus* (Filipsson) був знайдений нами біля берега на мулистих донних відкладах. Серед інших груп безхребетних слід згадати багатощетинкових червів та личинок комарів-дзвінців які були представлені двома видами кожна.

В рукавах КДД донні макробезхребетні були представлені 165 видами тварин з 20 груп вищого рангу. За видовим багатством переважали комахи 61 вид, серед яких найбільше було знайдено личинок комарів-дзвінців — 39 видів. Тип Annelida та підтип Crustacea налічували по 35 видів. Серед кільчастих червів найбільше видів зареєстровано у малоцетинкових

Таблиця 1

**Кількість видів основних груп донних макробезхребетних у водних об'єктах пониззя Дунаю**

Групи безхребетних	Групи водних об'єктів							Всього в пониззі Дунаю
	Дунай	КДД			СДД			
	основне русло	рукави	затоки	загалом в КДД	рукави	озера	загалом в СДД	
Mollusca	5	32	18	34	12	11	15	36
Annelida	10	35	22	35	19	17	25	41
Crustacea	17	35	16	40	9	8	12	45
Insecta	5	61	57	80	35	41	54	91
Інші		2	1	2	3	3	3	3
Загалом	37	165	114	191	78	80	110	216

черв'як, які були представлені 27 видами. Серед 35 видів ракоподібних 20 видів займали гамариди. Молюсків в рукавах КДД налічувалось 32 види, з них черевоногих — 22 види, двостулкових — 10. У складі донних макробезхребетних також були знайдені нематоди та павукоподібні. Серед рукавів КДД найвищим видовим багатством характеризувався рукав Бистрий, де було знайдено 97 видів. Найменша кількість видів була знайдена в рукаві Білгородському — 11. Також відносно низьким видовим багатством характеризувались рукави Полудений (29 видів) та Циганка (46 видів). В інших рукавах кількість видів коливалась від 52 до 96. Загалом рукави КДД відрізнялися найвищим видовим та таксономічним багатством серед досліджуваних груп водних об'єктів як за загальною кількістю видів, так і за представленістю видів в основних групах.

У затоках КДД за досліджений період було знайдено 114 видів донних макробезхребетних. Найбільше в затоках представлена група комах — 57 видів, серед яких переважали личинки комарів-дзвінців — 37 видів, на другому місці були личинки бабок — 6 видів. З 22 видів кільчастих черв'як 18 відносились до малощетинкових. Серед ракоподібних, які нараховували 16 видів найбільше представлені гамариди — 5 видів. Молюски в затоках КДД налічували 18 видів, з них черевоногих — 14 видів та двостулкових — 4. У складі донних макробезхребетних також були знайдені нематоди.

У прісноводних затоках видове багатство макрзообентосу складало 95 видів і було вище ніж в солонуватоводних затоках де було знайдено 51 вид донних макробезхребетних. Серед обстежених водойм в затоці Потапів Кут було знайдено 70 видів, в затоці Делюків Кут — 56, а в затоці Ананькін Кут — 33, в затоці Солоний Кут — 33, в затоці Бадіка Кут — 32 види (що є найменшою кількістю видів донних безхребетних серед усіх досліджених водойм).

У рукавах СДД нами було зафіксовано 78 видів донних макробезхребетних з 20 таксономічних груп. Найбільшим видовим багатством характеризувалась група комах — 35 видів, серед яких найбільше було знайдено личинок комарів-дзвінців — 23 види. Тип кільчастих черв'як нараховував 19 видів з переважанням олігохет (14 видів). Ракоподібні налічували всього 9 видів, з яких домінуючими були бокоплави (6 видів). Значно збідненою групою в рукавах СДД були молюски: двостулкових знайдено 5 видів, а черевоногих — 7.

Найбільшу кількість видів безхребетних серед усіх водотоків СДД відмічено у рукаві Суліманка де відзначено 49 видів, найменшу — 23 види — у рукаві Лопатна. В Суецькому каналі мешкало 36 видів безхребетних.

В озерах СДД загальна кількість донних макробезхребетних становила 80 видів, представників 17 груп вищого рангу. Найвище видове багатство відмічено для комах — 41 вид, серед яких найбільше представлені личинки хірономід — 28 видів. Анеліди нараховували 17 видів з переважанням по кількості видів малощетинкових черв'як (13). Тип Mollusca в озерах СДД нараховував 11 видів, з них черевоногих — 8, двостулкових — 3. Ракоподібні в даному типі водних об'єктів представлені найменшим

видовим багатством, тут знайдено всього 9 видів, 6 з яких належать до родини Gammaridae. Найвищим видовим багатством безхребетних серед озер СДД вирізнялось озеро Мергей (54 види), в першу чергу завдяки таким родинам як Chironomidae та Trichoptera, а також через наявність окремих груп безхребетних (Isopoda, Coleoptera, Chaoboridae, Ephydriidae), які не реєстрували в інших озерах. В озері Матиця загалом відмічено 51 вид, а в озері Малий Мергей — 31 вид безхребетних.

Навіть поверхневий аналіз наведених описів показує значну неоднорідність видового складу донної фауни та досить великі розбіжності у представленості окремих груп макробезхребетних в межах груп водних об'єктів, виділених відповідно до стандартного гідроморфологічного поділу. Найменше видове багатство донних макробезхребетних серед усіх груп водних об'єктів, за весь період досліджень, було зареєстровано в основному руслі Дунаю. Для КДД загалом відмічено найвищу кількість видів донних безхребетних тварин, більшість яких сконцентровано в рукавах. Видове багатство безхребетних СДД було нижчим, ніж таке КДД майже на 43 %, що переважно обумовлено недостатньою представленістю ракоподібних, кількість видів яких в СДД була майже в 4 рази нижчою, ніж в КДД. Розглядаючи тенденції змін видового багатства вздовж течії можна відмітити, що починаючи від розгалуження основного русла (116 км, Ізмаїльський чатал) та переходу річки в дельту видове багатство донних макробезхребетних збільшується. Особливо це помітно для таких груп як комахи та молюски.

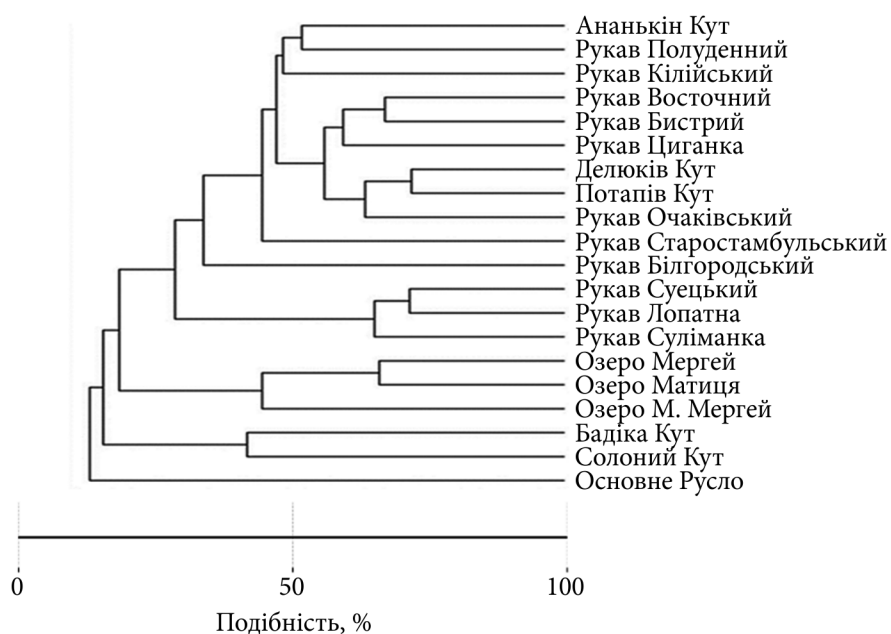
Результати кластерного аналізу за ступенем подібності комплексів донних макробезхребетних в кожному з досліджених водойм та водотоків із застосуванням ІЧС демонструють чітку диференціацію водних об'єктів (рис. 1).

Руслова ділянка Дунаю має свій унікальний видовий склад безхребетних відмінний від кожного з водних об'єктів дельти Дунаю, що, вочевидь, зумовлено спрощеною структурою угруповань донних макробезхребетних на тлі високої швидкості течії, значних глибин та рухливості донних відкладів. На рівні подібності більше КЧС = 0,45 об'єднуються рукави та затоки КДД — Очаківський, Потапів Кут, Делюків Кут, Циганка, Бистрий, Восточний, Кілійський, Полудений та Ананькін Кут. При цьому всі водні об'єкти КДД (окрім солонуватоводних заток Жебріянської бухти Солоний Кут та Бадіка Кут, які створюють окремий кластер) виявляються більш схожими між собою ніж з водоймами та водотоками СДД.

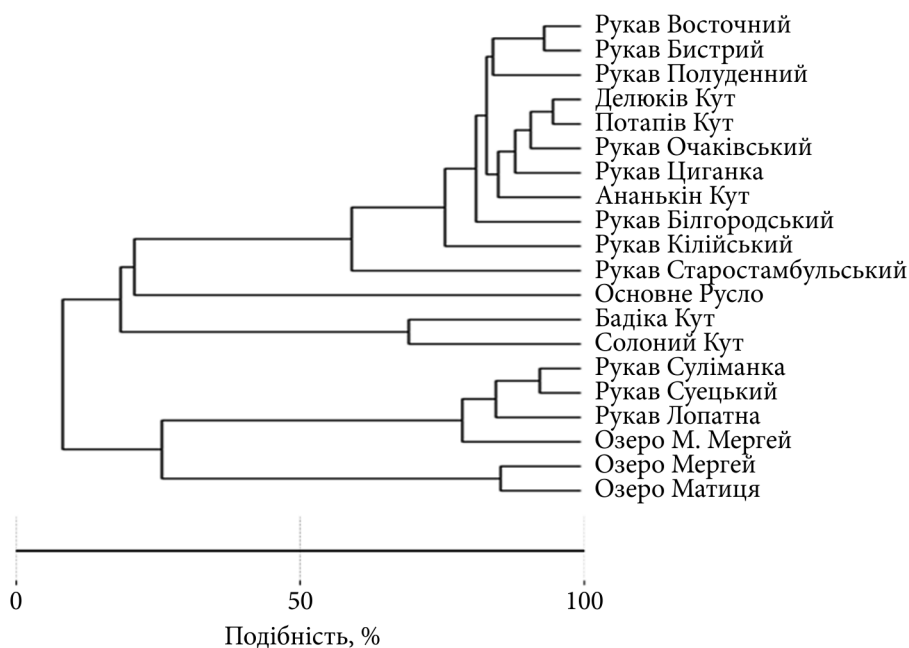
В межах СДД виокремлюються два кластери: заплавні водойми (озера Мергей, Матиця, Малий Мергей) та рукави (Суліманка, Лопатна та Суецький канал).

Отримана дендрограма подібності з використанням ІМ також показує відмінність видового складу донної фауни «молодої» дельти висунення КДД та дельти заповнення СДД (рис. 2).

Також підтверджується унікальність видового складу основного русла яке в даному випадку тяжіє до КДД. В межах КДД досить високий рівень схожості демонструють затоки переднього краю дельти які об'єд-



**Рис. 1.** Подібність видового складу донних макробезхребетних різнотипних водних об'єктів нижнього Дунаю за індексом Чекановського — Соренсена



**Рис. 2.** Подібність видового складу донних макробезхребетних різнотипних водних об'єктів нижнього Дунаю за індексом Морісіті

налися із затухаючими рукавами Очаківський та Циганка. Окремим кластером виділяються також рукави Бистрий та Восточний які об'єднує ви-

Таблиця 2

Масиви поверхневих вод нижнього Дунаю

Коди типів МПВ	Типи МПВ	МПВ
UA_R_12_XL_1_Si	Дуже велика річка на низовині в силікатних породах	Основне русло до Ізмайльського чатала
UA_R_12_XL (ARM)_1_O	Затухаючі рукави на низовині в органічних породах	Рукави: Очаківський, Білгородський, Полуденний
UA_R_12_XL (ARM)_1_SI	Активні рукави на низовині в силікатних породах	Рукави: Кілійський, Старостамбульський, Бистрий, Восточний, Циганка
RO_R_12_XL (ARM)_1_O	Рукави дуже великої річки на низовині в органічних породах	Рукави: Лопатна, Суецький, Суліманка
RO_L_12_S_1_SH_O	Мале озеро на низовині в органічних породах	Озера: Матиця, Мергей, Малий Мергей
UA_L_12_S_1_SH_Si	Мале озеро на низовині в силікатних породах	Затоки: Ананькін Кут, Делюків Кут, Потапів Кут
UA_CW_M5_M_SH_D_SS	Мезогалинні відкриті глибокі мулисто-піщані бухти	Затоки: Солоний Кут, Бадіка Кут

ражена відносна схожість чисельності таксонів, попри відмінності у видовому складі. Інші рукави (Старостамбульський, Кілійський, та Білгородський) також мають досить високі показники подібності. Як і при використанні ІЧС виокремлюються солонуватоводні кути Бадіка та Солоний але рівень подібності тут становить  $IM = 0,7$  проти  $ІЧС = 0,4$ . В межах СДД чітко виділяється група озер Матиця та М. Мергей, що свідчить про майже ідентичний домінуючий видовий склад та подібні біоценотичні умови (трофічний рівень, тип водойми, структура донних відкладів). Рукави СДД — Суліманка, Лопатна та Суецький — об'єдналися з найбільшим з досліджених озер Мергей, що вказує на спільні екологічні риси.

Порівняльний аналіз дендрограм свідчить про загальну відповідність у виділенні головних кластерів, зокрема озера комплекс та групи водотоків попередній класифікації водних об'єктів відповідно до стандартного гідроморфологічного поділу, який зазвичай використовується у спрощеному вигляді при проведенні типології МПВ. Зокрема використовується виключно поняття — «річковий МПВ», а рукави, заплавні озера, затоки не розглядаються як окремі масиви. Такий підхід виправданий з огляду на намагання країн зменшити загальну кількість МПВ і, власне, пунктів моніторингу, але для таких утворень як дельта Дунаю з надвисокою різноманітністю акваландшафтів і водних об'єктів він може призвес-

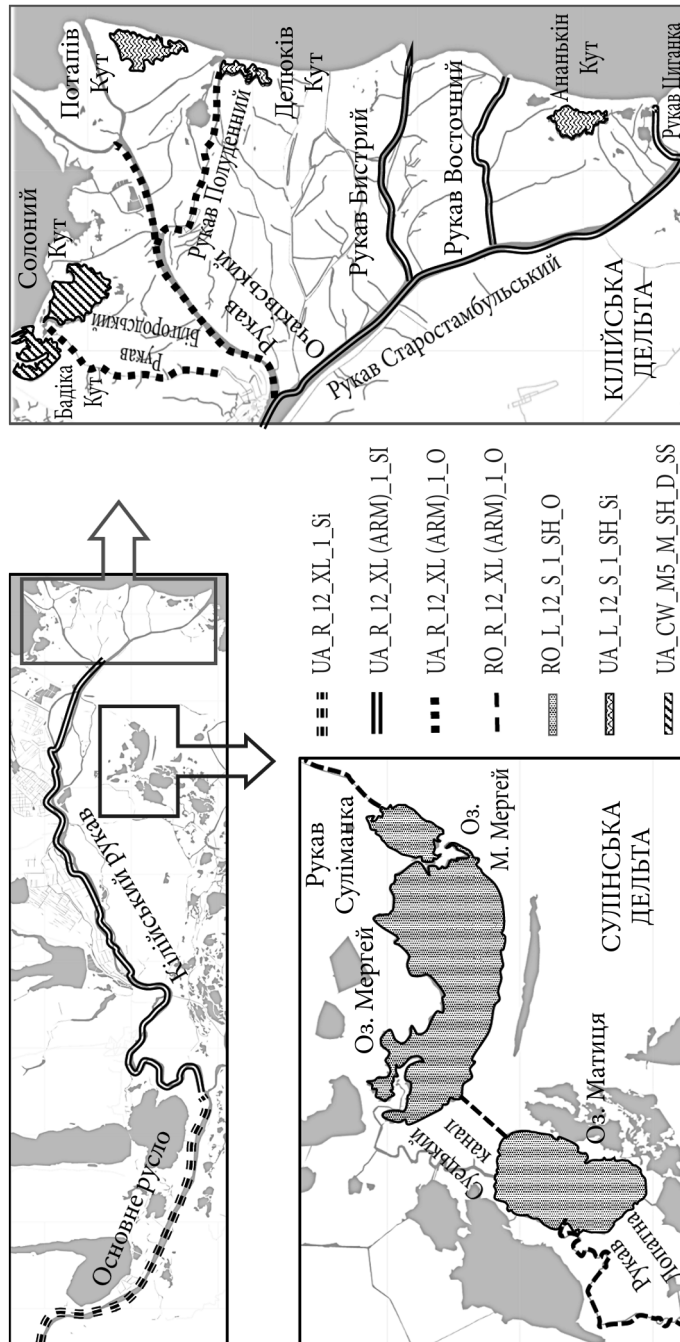


Рис. 3. Карта виділених типів МПВ пониззя Дунаю на основі подібності видового складу донних макробезхребетних

ти до викривлення оцінок екологічного стану. Застосування кластерного аналізу дозволило виділити та оконтурити «окремі та значущі частини водного об'єкта» (вимога параграфу 1 розділу II [3], при чому використання ІМ дає більшу деталізацію внутрішньої структури кластерів. Доповнюваний характер ІЧС та ІМ при інтерпретації таксономічної структури угруповань донних безхребетних дозволив глибше охарактеризувати просторову структурованість бентосних угруповань, а також виявити екологічно подібні типи водойм та водотоків.

В результаті ми пропонуємо такий розподіл МПВ Нижнього Дунаю по типах (табл. 2, рис. 3).

### Висновки

Розглянуто просторову організацію угруповань донних безхребетних української та румунської частин дельти Дунаю. Встановлено, що структура донних угруповань макробезхребетних є інформативним критерієм для типології масивів поверхневих вод (МПВ) відповідно до положень Водної рамкової директиви ЄС (2000/60/ЕС).

Загалом у проаналізованих пробах ідентифіковано 216 видів донних макробезхребетних, що належать до 26 надвидових таксонів. Найбільшим видовим різноманіттям відрізнялись групи Insecta (особливо Chironomidae), Crustacea (Gammaridae), Annelida (Oligochaeta) та Mollusca (Gastropoda).

Застосування ієрархічного кластерного аналізу з використанням індексів Чекановського — Соренсена та Морісіті дозволило виявити чітко диференційовані кластери водних об'єктів, що репрезентують типологічно однорідні комплекси.

Порівняльне використання двох індексів подібності виявило високу узгодженість у виокремленні головних типів, але також дозволило виявити відмінності у кількісному складі таксонів усередині кластерів, що вказує на доповнювальний характер цих методів.

На основі отриманих результатів запропоновано оновлену типологічну схему для семи типів МПВ Нижнього Дунаю, з урахуванням гідроморфологічних особливостей, структури донних макробезхребетних та класифікаційних вимог національного законодавства та європейських підходів. Представлене групування водних об'єктів може бути використане як наукове підґрунтя для визначення референційних умов, формування переліку МПВ та організації моніторингу екологічного стану у дельтових екосистемах.

### Список використаної літератури

1. Хільчевський В.К., Ободовський О.Г., Гребінь В.В. та ін. Загальна гідрологія: підручник. Київ: Видавничо-поліграфічний центр «Київський університет», 2008. 399 с.
2. Ляшенко А.В. Бентосні безхребетні пониззя Дунаю: автореф. дис. ... докт. біол. наук. Київ, 2021. 48 с.

3. Наказ Міндовкілля від 14.01.2019 № 4 Про затвердження Методики визначення масивів поверхневих та підземних вод. Зареєстровано в Міністерстві юстиції України 22 березня 2019 р. за № 287/33258
4. Afanasyev S.A., Lietitskaya Ye.N., Manturova O.V. Altitude distribution and structural organization of hydrobionts' communities in the rivers of the mountainous part of the Tisa river basin. *Hydrobiol. J.* 2013. Vol. 49, N 4. P. 16—25.
5. Afanasyev S., Lyashenko A., Iarochevitch A. et al. Pressures and impacts on ecological status of surface water bodies in Ukrainian part of the Danube River basin. *Human impact on Danube watershed biodiversity in the XXI century.* / Ed. by D. Bănăduc, A. Curtean-Bănăduc, F. Pedrotti, K. Cianfaglione & J.R. Akeroyd. 2020. Pp. 327—358.
6. Armitage P., Moss D., Wright J., Furse M. The performance of a new biological water quality score system based on macroinvertebrates over a wide range of unpolluted running-water sites. *Water Res.* 1983. Vol. 17, N 3. P. 333—347.
7. Birk S., Bonne W., Borja A. et al. Three hundred ways to assess Europe's surface waters: An almost complete overview of biological methods under the Water Framework Directive. *Ecological Indicators.* 2012. Vol. 18, N 1. P. 31—41.
8. Bonada N., Prat N., Resh V.H., Statzner B. Developments in aquatic insect biomonitoring: a comparative analysis of recent approaches. *Ann. Rev. Entomol.* 2006. Vol. 51. P. 495—523.
9. Danube delta. Genesis and Biodiversity. Leiden, 2006. 445 pp.
10. European Commission. Directive 2000/60/EC of the European Parliament and of the Council establishing a framework for Community action in the field of water policy. *Official Journal of the European Communities.* 2000. L327.
11. Hering D., Verdonschot P.F.M., Moog O., Sandin L. Overview and application of the AQEM assessment system. *Hydrobiologia.* 2004. Vol. 516, N 1. P. 1—20.
12. Liashenko A.V., Zorina-Sakharova Ye.Ye. Biological indication of the water quality of the Kiliya Danube Delta by aquatic invertebrates fauna. *Hydrobiol. J.* 2012. Vol. 48, N 6. P. 51—72.
13. Morisita M. Measuring of interspecific association and similarity between communities. *Mem. Fac. Sci. Kyushu Univ. Ser. E. Biol.* 1959. Vol. 3, N 1. P. 65—80.
14. Roman A.M., Afanasyev S.O., Kutsokon Yu.K. et al. Peculiarities of the fish fauna forming in different river types of the right-bank Polissia by example of the Sluch River basin. *Hydrobiol. J.* 2021. Vol. 57, N 6. P. 31—48.
15. Rosenberg D.M., Resh V.H. Freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates. New York, Chapman & Hall. 1993. 488 p.
16. Schmitt C., Winkler P. Ecological typology of floodplains: macroinvertebrate communities reflect hydro-geomorphological patterns. *River Research and Applications.* 2015. Vol. 31, N 10. P. 1202—1212.
17. Smith B. Evaluation of different similarity indices applied to data from the Rothamsted insect survey. Unpublished MSc Thesis, University of York. 1968.
18. Vlek H.E., Nijboer R.C., Borja A. The use of benthic macroinvertebrates for the assessment of freshwater and marine ecosystems: the need for a joint approach. *Ecological Indicators.* 2006. Vol. 6, N 3. P. 458—482.
19. Wolda H., Similarity indices, sample size and diversity. *Oecologia.* 1980, Vol. 50, 296—302.

Надійшла 3.09.2025

V.V. *Makovskyi*, Leading Engineer,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: vmakovskyi@gmail.com  
ORCID 0009-0007-9582-6532

A.V. *Liashenko*, Dr. Sci. (Biol.), Senior Researcher, Leading Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: ArtemLyashenko@bigmir.net  
ORCID 0000-0003-0028-4974

N.M. *Makovska*, PhD (Agric. Sci.), Researcher,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: makovska.n@gmail.com  
ORCID 0000-0002-1973-814X

S.O. *Afanasyev*, Dr. Sci. (Biol.), Prof., Acad. of the NAS of Ukraine, director,  
Institute of Hydrobiology of the NAS of Ukraine,  
Volodymyr Ivasyuk Avenue, 12, Kyiv, 04210, Ukraine  
e-mail: safanasyev@ukr.net  
ORCID0000-0002-5247-3542

#### TYOLOGY OF SURFACE WATER BODIES IN THE LOWER DANUBE BASED ON THE STRUCTURE OF BENTHIC MACROINVERTEBRATE COMMUNITIES

The study demonstrates the results of a typological analysis of aquatic ecosystems in the Danube Delta (Ukrainian and Romanian sectors) based on the taxonomic composition of benthic macroinvertebrate communities. Hierarchical clustering using the Morisita and Czekanowski — Sorensen indices was applied to identify similarities among benthic macroinvertebrate assemblages in different types of water bodies. The analysis revealed distinct typologically homogeneous groups of water bodies, reflecting common hydrological, geochemical, and biocenotic characteristics. An updated typology of surface water bodies and a codification of aquatic ecosystems in the Lower Danube are proposed according to the national methodology and the requirements of the EU Water Framework Directive.

**Keywords:** *surface water bodies, benthic macroinvertebrates, species composition similarity, cluster analysis, aquatic ecosystems of the Danube River delta.*