

УДК 574.523:627.16

**П.С. КУТІЩЕВ**, к. б. н., доц., зав. кафедри,  
Херсонський державний аграрний університет,  
вул. Стрітенська, 23, Херсон, 73006, Україна,  
e-mail: kutishev\_p@ukr.net  
ORCID 0000-0002-8875-3909

**К.М. ГЕЙНА**, к. б. н., ст. наук. співроб.,  
Інститут рибного господарства НААН,  
вул. Обухівська, 135, Київ, 03164, Україна

**О.В. ГОНЧАРОВА**, к. с.-г. н., доц.,  
Херсонський державний аграрний університет,  
вул. Стрітенська, 23, Херсон, 73006, Україна,  
e-mail: honcharova@ksau.kherson.ua  
ORCID 0000-0002-9702-7458

**М.І. КОРЖОВ**, к. геогр. н., ст. викладач,  
Херсонський державний аграрний університет,  
вул. Стрітенська, 23, Херсон, 73006, Україна,  
e-mail: korzhov\_e@ksau.kherson.ua  
ORCID 0000-0003-2677-5296

## **ПРОСТОРОВИЙ РОЗПОДІЛ ЗООПЛАНКТОНУ ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОЇ ЕСТУАРНОЇ ЕКОСИСТЕМИ**

*Вивчено якісний і кількісний склад зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми впродовж 2001—2018 рр. Показано, що структура зоопланктону є вирівненою. Так, на станціях значення індексу вирівняності Пієлу максимально наближені до одиниці (0,95—0,99). Найбільш різноманітний зоопланктон характерний для пониззя Дніпра та Бузького лиману. Індекс інформаційного різноманіття Шеннона — Уівера за чисельністю становить відповідно 1,56 та 1,57. Збільшення кількості видів у напрямку від східного району (38 таксонів) Дніпровського лиману до західного району (47 таксонів) виражено у невеликій різниці значень індексу Шеннона — Уівера (від 1,50 до 1,55). У пониззі Дніпра та Бузькому лимані спостерігалась висока подібність зоопланктону за коефіцієнтом Серенсена, особливо для коловерток (0,83), що зумовлювалось особливостями річкового стоку Дніпра та Південного Бугу. За кількістю зареєстрованих у зоопланктоні видів домінували коловертки та гіллястовусі ракоподібні, індекс домінування дорівнював відповідно 0,756 та 0,706. Для веслоногих ракоподібних зазначений індекс був значно нижчим — 0,284. Доведено, що на розвиток зоопланктону впливає об'єм річкового стоку Дніпра. У Дніпровському лимані та пониззі Дніпра ця залежність дорівнює відповідно  $r = 0,68$  та  $r = -0,93$  ( $p \geq 95\%$ ).*

---

Ц и т у в а н н я: Кутіщев П.С., Гейна К.М., Гончарова О.В., Коржов Є.І. Просторовий розподіл зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми. *Гідробіол. журн.* 2021. Т. 57. № 4. С. 17—32.

**Ключові слова:** Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема, зоопланктон, видове різноманіття, таксони, гіллястовусі, веслоногі ракоподібні, коловертки.

За ретроспективними даними 80-х років минулого століття [2], зоопланктон Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми характеризувався значним видовим багатством — 270 видів. До найбільш численної групи належали коловертки — 104 види, з яких найчастіше зустрічались: *Brachionus calyciflorus* Pall. (14—80 %), *Br. urceolaris* Mhll. (14—50 %), *Br. angularis* Gosse (6—46 %), *Filinia longiseta* Ehrb. (17—75 %), *Keratella quadrata* Müll. (14—68 %), *K. cochlearis* Gosse (14—65 %). Гіллястовусі ракоподібні у своєму складі мали 81 вид, веслоногі ракоподібні — 75. Найвищими показниками частоти трапляння характеризувались: *Bosmina longirostris* Müll. (7—80 %), *Podonevadne trigona* Sars (3—57 %), *Calanipeda aquadulcis* Kritschagin (5—47 %), *Eurytemora velox* (Lill.) (6—70 %), *Heteroscope caspia* Sars (2—40 %).

На якісні та кількісні характеристики розвитку зоопланктону суттєво впливають абіотичні чинники середовища, зокрема гідрологічний та хімічний режим, які на сьогодні значно змінилися порівняно з 60—80-ми роками минулого століття. В першу чергу це проявилось у значному скороченні річкового стоку та підвищенні впливу згінно-нагінних явищ. Дослідження особливостей структури зоопланктону в умовах зниження об'ємів стоку, сукупно з іншими гідробіологічними даними, важливі для формування оптимальної стратегії раціонального управління водними ресурсами.

Мета роботи — визначити просторовий розподіл структурних показників зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в умовах зниження обсягів річкового стоку.

### Матеріал і методика досліджень

Роботи виконувались на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми впродовж вегетаційного періоду (весна, літо, осінь) 2001—2018 рр. по сітці станцій (рис. 1). Пониззя Дніпра розташовані на акваторії від Каховської ГЕС до розрізу с. Кизомис-Рибальче (станції № 1—8). Східна частина Дніпровського лиману представлена станціями № 9, 11, 12, 14 (літораль) та № 10 і 13 (пелагіаль). Центральна частина охоплює літоральні мілководдя (станції № 15, 17, 20, 21, 23) та глибоководні пелагіальні зони на станціях № 16, 18, 19, 22, 30. Літоральні стаціонарні станції досліджень західної частини лиману представлені під № 24, 26, 27, 29, а глибоководні — за № 25, 28. Відбір зразків зоопланктону у Бузькому лимані виконували по стаціонарним станціям № 30—35. Загалом було відібрано і оброблено 1785 проб. Для проведення коректного аналізу сучасних і ретроспективних даних за районами досліджень був використаний принцип районування, запропонований раніше [2] (рис. 1).

Для дослідження видового складу і біомаси зоопланктону використовувались загальновідомі гідробіологічні методи [1, 3, 8, 12, 15, 17—19]. Аналіз видового різноманіття здійснено за індексом інформаційного різ-

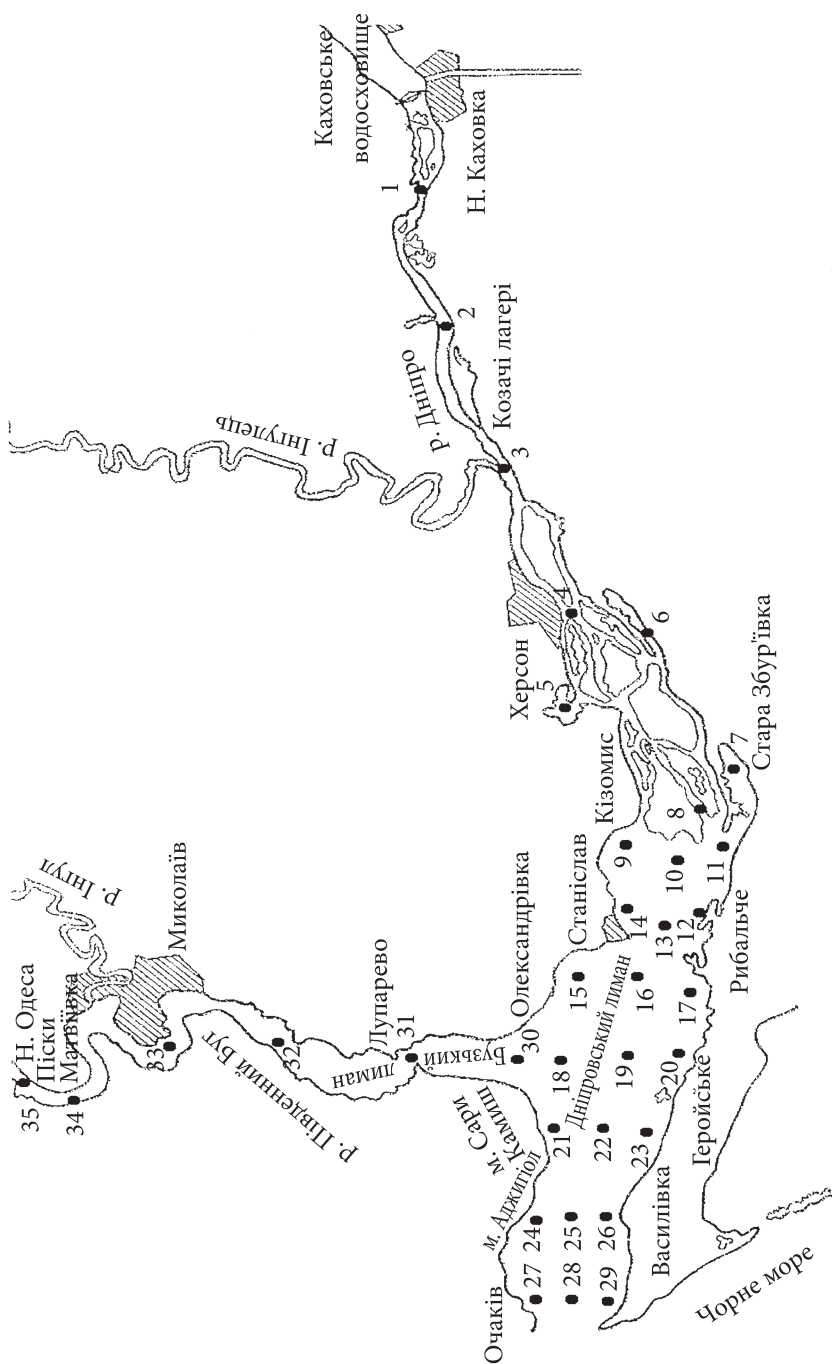
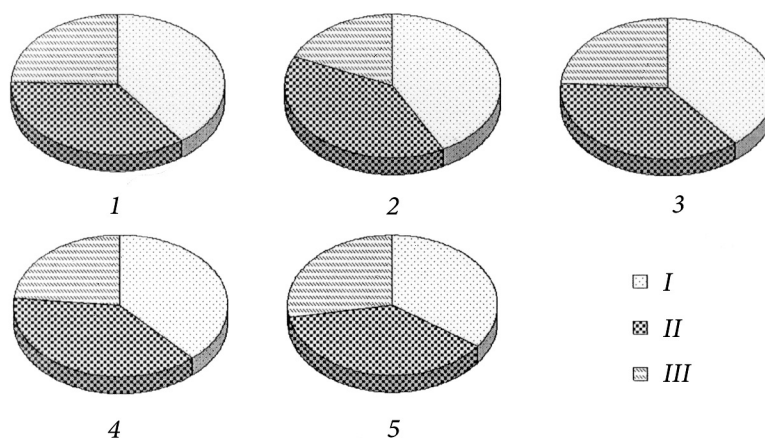


Рис. 1. Карта-схема станцій відбору гідробіологічних проб [2]



**Рис. 2.** Видова структура зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (частка у загальній кількості видів, %): 1 — пониззя Дніпра; 2—4 — східний, центральний та західний райони Дніпровського лиману; 5 — Бузький лиман (2001—2018 рр.); I — Rotatoria; II — Cladocera; III — Copepoda

номаніття Шеннона — Уівера ( $H$ ) [38]. Відносний розподіл певних гідробіонтів серед інших видів характеризували за індексом вирівняності Пієлу ( $e$ ) [22]. Схожість видового складу гідробіонтів оцінювали за коефіцієнтом видової подібності Серенсена ( $K$ ) [1], а домінування окремих видів — за чисельністю (індекс домінування —  $C$ ) [14]. Корелятивний аналіз виконували за критерієм Пірсона з використанням комп'ютерної програми Statistica-10.

### Результати досліджень та їх обговорення

За період досліджень зоопланктону було ідентифіковано 79 видів. За систематичними групами це: коловертки — 31, гіллястовусі — 27 та веслоногі ракоподібні — 21. Видова структура зоопланктону представлена на рисунку 2. Суттєве скорочення видового складу зоопланктону (79 видів проти 270) порівняно з минулими роками обумовлено насамперед зарегулюванням Дніпра каскадом водосховищ, внаслідок чого відбулись кардинальні зміни гідролого-гідрохімічного і гідробіологічного режиму, ростом безповоротного водоспоживання, перерозподілом і зменшенням прісноводного стоку, підвищенням солоності води на фоні постійного антропогенного впливу, що притаманно для подібних трансформованих акваторій [ 4, 5, 13, 20, 21, 23, 29—35, 37, 39, 40].

Розподіл зареєстрованих видів зоопланктону по акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми є рівномірним, що витікає з розрахованих функцій Пієлу, представлених на рисунку 3.

Співвідношення видів у зоопланктоні являється вирівненим. Практично по всій акваторії гирлової системи Дніпра значення індексу Пієлу максимально наближені до одиниці (0,98—0,99).

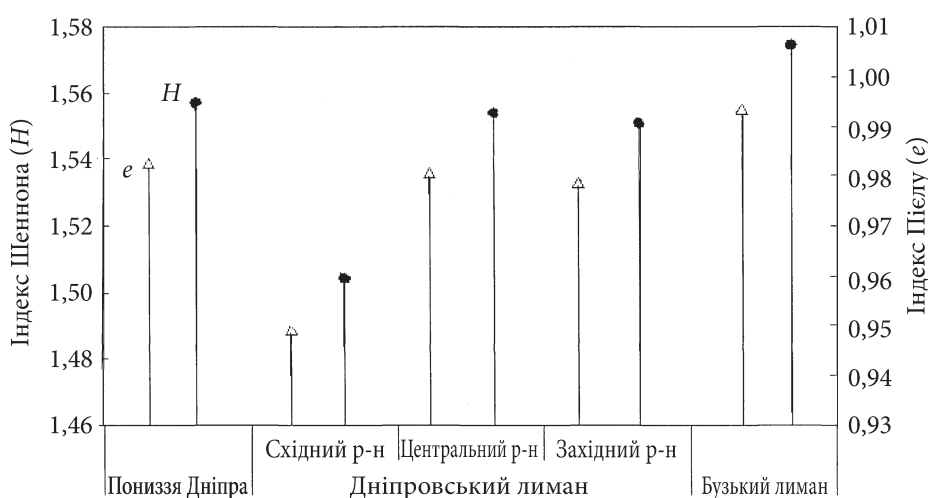
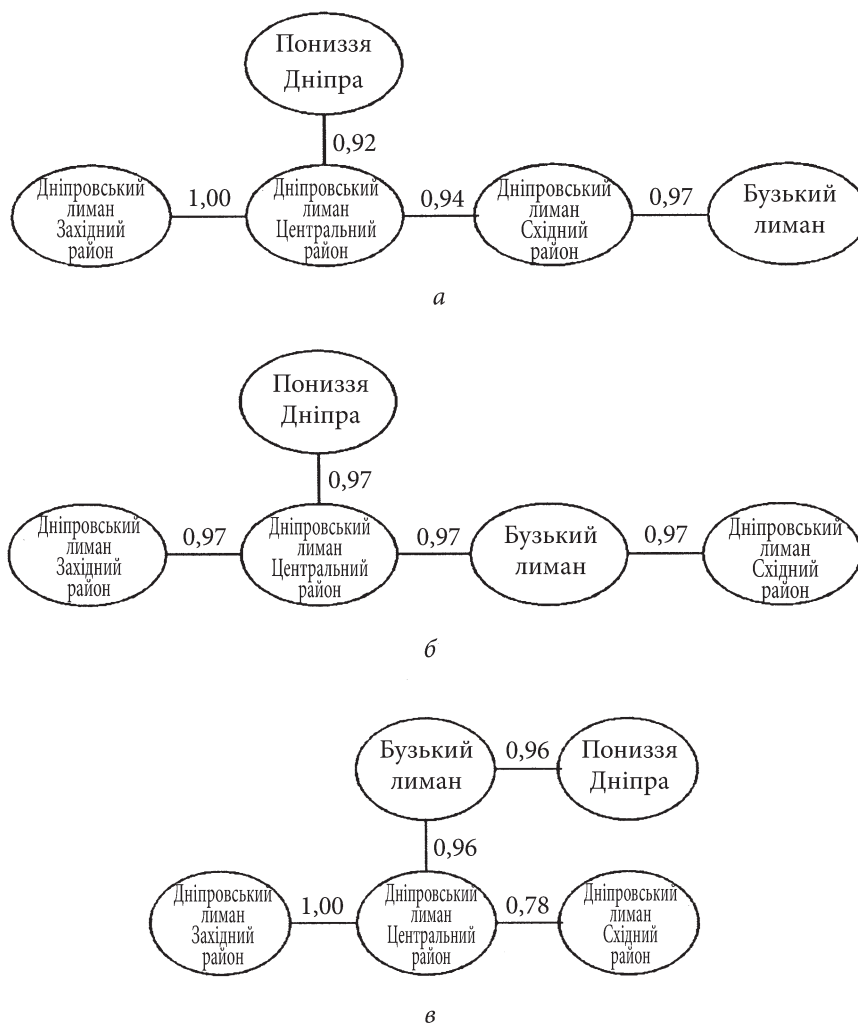


Рис. 3. Видове різноманіття за індексом Шеннона та вирівненість за індексом Пієлу зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (2001—2018 рр.)

За інформаційним індексом Шеннона — Уівера найбільш різноманітним є зоопланктон у пониззі Дніпра та Бузькому лимані — відповідно 1,56 та 1,57. Збільшення кількості видів у напрямку від східного району (38 таксонів) Дніпровського лиману до західного району (47 таксонів) не призвело до помітного зростання середніх значень індексу  $H$  (з 1,50 до 1,55). В той же час, внаслідок перемішування Дніпровської води з водою плавневої системи і Дніпровського лиману, в певні періоди інтенсивного водообміну, згінно-нагонних явищ, у східному районі зустрічаються представники прісноводного, солонуватоводного і морського комплексів зоопланктону, утворюючи значні коливання видового різноманіття.

Встановлена закономірність подібності вибіркової сукупності розподілу груп зоопланктону різних районів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за коефіцієнтом Серенсена відображена на рисунку 4.

У центральному та західному районах Дніпровського лиману видовий склад коловерток та веслоногих ракоподібних був практично ідентичним. Подібність фауни за коефіцієнтом Серенсена наближена до одиниці. Важливо наголосити, що менша подібність зареєстрована між зоопланктоном Пониззя Дніпра і Бузького лиману, особливо за коловертками ( $K = 0,83$ ), що зумовлено відмінностями річкового стоку Дніпра та Південного Бугу. Пониззя Дніпра має більш розвинену заплаву систему, а відповідно, і різноманітніші умови для розвитку гідробіонтів. Поряд з цим, зоопланктон збагачується і завдяки стоку з Каховського водосховища, де його біомаса і чисельність суттєво вищі. У цьому зв'язку логічним є пояснення збільшення кількості зареєстрованих видів планктонних безхребетних від східного району Дніпровського лиману до західного та Бузького лиману, де спостерігається змішування біостоків Дніпра, Півден-

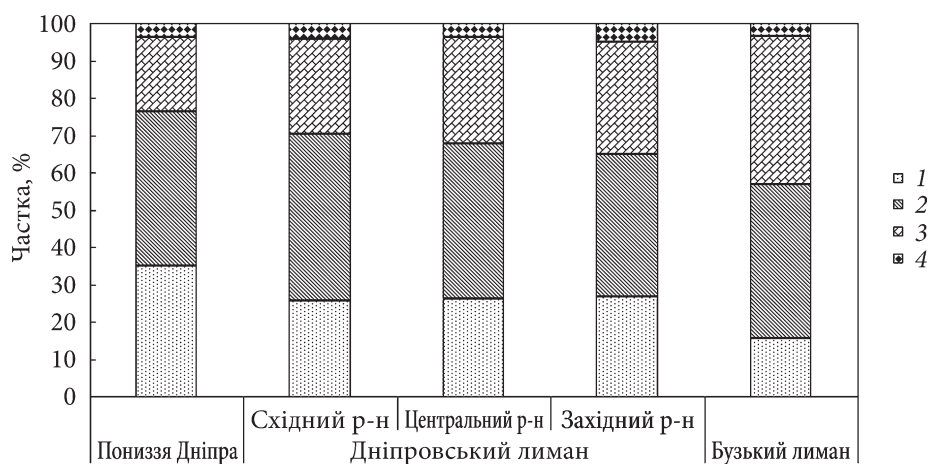


**Рис. 4.** Дендрограма подібності вибірових сукупностей розподілу груп зоопланкту різних районів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за коефіцієнтом Серенсена ( $K$ ): а — Rotatoria; б — Cladocera; в — Copepoda (2001—2018 pp.)

ного Бугу та водних надходжень з розпрісненої ділянки Чорного моря через Кінбурську протоку.

У складі зоопланкту Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за індексом домінування ( $C$ ) найбільшу частку займають коловертки ( $C = 0,756$ ) та гіллястовусі ракоподібні ( $C = 0,706$ ). Для веслоногих ракоподібних індекс домінування за чисельністю був значно нижчим — 0,284 (рис. 5). Проте у формуванні біомаси зоопланкту вирішальне значення мали гіллястовусі та веслоногі ракоподібні: їхня загальна середньосезонна питома вага за багаторічний період (2001—2018 pp.) становила в середньому 73,0 %.





**Рис. 5.** Співвідношення таксономічних груп зоопланктону за біомасою (%) Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (2001—2018 рр.): 1 — Rotatoria; 2 — Cladocera; 3 — Copepoda; 4 — інші

У біомасі зоопланктону Дніпровського лиману відмічено тенденцію до зменшення питомої маси гіллястовусих рачків по мірі наближення до моря — від 44,6 % (східний район) до 38,3 % (західний район) (див. рис. 5). Провідна роль у формуванні біомаси гіллястовусих ракоподібних належала *Podonevadne trigona ovum* Zernov та *Bosmina longirostris*. Відмічено, що на приморських ділянках західного району Дніпровського лиману (ст. 21—29) за кількісними і масовими показниками домінував перший з цих видів, а на більш розпріснених пригирлових ділянках (ст. 11—17) східного району — другий.

За районами Дніпровського лиману розвиток коловерток був стабільним, і їхня питома маса змінювалась несуттєво — від 25,7 до 26,7 %. При цьому частка веслоногих ракоподібних мала тенденцію до збільшення від пригирлових до приморських ділянок, що було пов'язано з великими розмірами домінуючих видів, які вплинули на масову частку поміж інших систематичних груп зоопланктону. Основу біомаси коловерток формували *Asplanchna priodonta* Gosse і *Brachionus calyciflorus*, а серед веслоногих ракоподібних домінували *Acartia clausi* Giesbrecht та *Paracalanus parvus* Claus.

У структурі біомаси зоопланктону Бузького лиману по відношенню до інших районів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми відмічено найвищу питому вагу веслоногих ракоподібних — 39,9 %, з домінуванням за біомасою *Heteroscope caspia*. Значну частку біомаси гіллястовусих ракоподібних, особливо на прилеглих до гирла Південного Бугу ділянках (ст. 33—35), мали *Leptodora kindtii* Focke та *Cercopagis pengoi* Ostroumov. Останні у весняний період досягають аномальних показників, близько 80 г/м<sup>3</sup>, спричиняючи значні перешкоди для рибальства за рахунок об-

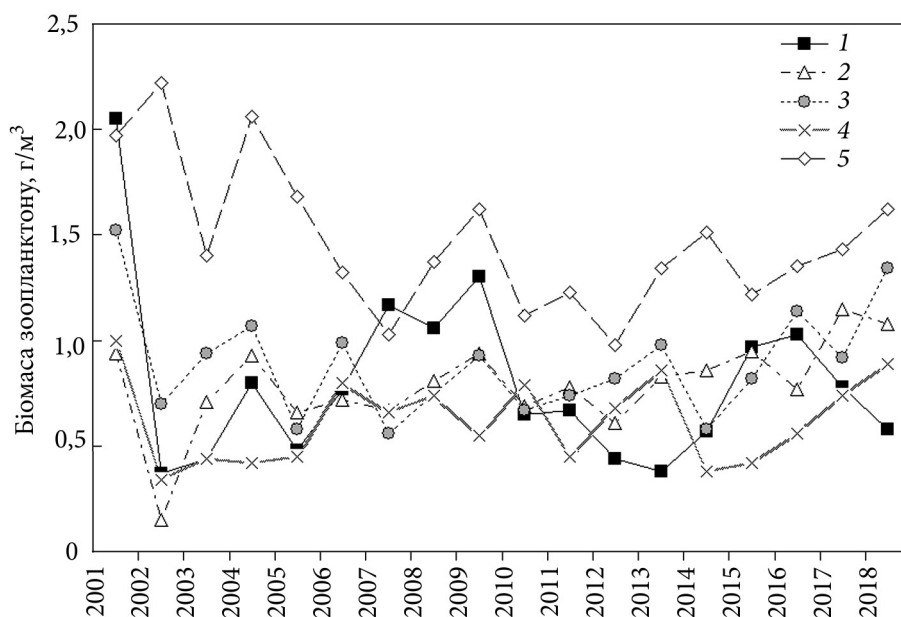


Рис. 6. Динаміка середньосезонної біомаси зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, г/м<sup>3</sup>: 1 — понижзя Дніпра; 2 — Дніпровський лиман, Східний район; 3 — Дніпровський лиман, Центральний район; 4 — Дніпровський лиман, Західний район; 5 — Бузький лиман (2001—2018 рр.)

ліплення ними знярядь лову, і являють собою трофічний глухий кут харчового ланцюга [9—11, 24].

Основу біомаси планктонних безхребетних понижзя Дніпра формували гіллястовусі ракоподібні (41,3 %) та коловертки (35,0 %). Домінуючими видами на річкових ділянках понижзя Дніпра (ст. 1—4) були *Podonevadne trigona ovum*, а у заплавних водоймах (ст. 5—7) — *Bosmina longirostris*, *Leptodora kindtii*, *Chydorus sphaericus* Müll.

У цілому, середня за вегетаційний сезон біомаса зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми коливалась за багаторічний період (2001—2018 рр.) в межах від 0,71 до 1,50 г/м<sup>3</sup>, що дозволяє стверджувати про відносну стабільність його розвитку. Поряд з цим, динаміка біомаси зоопланктону за районами гирлової системи мала певні відмінності, зумовлені гідрологічними та хімічними особливостями.

Аналіз динаміки розвитку зоопланктону у понижзі Дніпра показує, що протягом 2001—2018 рр. середня біомаса змінювалась від 0,37 до 2,05 г/м<sup>3</sup>. При цьому слід наголосити, що впродовж 2002—2006 рр. відмічено поступове зростання біомаси з 0,37 до 0,77 г/м<sup>3</sup>, зі стабілізацією на рівні 1,06—1,17 г/м<sup>3</sup> у 2007—2009 рр., досягненням другого мінімуму (0,38 г/м<sup>3</sup>) — у 2013 р. та з подальшим збільшенням до 1,03 г/м<sup>3</sup> — у 2016 р. (рис. 6).

При цьому відбувались і певні зміни таксономічної структури. Так, за більшістю проаналізованих років у загальній біомасі зоопланктону спос-



терігається переважання гіллястовусих та веслоногих ракоподібних (*Bosmina longirostris*, *Daphnia magna* Straus, *Eudiaptomus graciloides* Lill.). Проте у 2001—2004 рр. спостерігалось домінування коловерток — до 54,1 % загальної біомаси. Подібна ситуація була характерною і для 2006—2007 рр. Біомаса коловерток була в межах 0,31—0,51 г/м<sup>3</sup>, а їхня питома маса дорівнювала 40,3—43,6 %, що було досягнуто за рахунок масового розвитку великих форм *Asplanchna priodonta*, *A. herricki* Guerne. Багаторічна динаміка розвитку гіллястовусих рачків (2001—2018 рр.) свідчить про поступове нарощування їхньої біомаси від 0,10 до 0,66 г/м<sup>3</sup>, зі зниженням у 2010 та 2013 рр. до 0,18—0,24 г/м<sup>3</sup> та відповідним підвищенням до 0,37 г/м<sup>3</sup> — у 2015 р. Біомаса веслоногих ракоподібних протягом періоду досліджень коливалась від 0,06 до 0,30 г/м<sup>3</sup>.

Оцінюючи розвиток планктонних безхребетних Дніпровського лиману, слід зазначити, що у східному районі біомаса змінювалась в межах 0,66—1,15 г/м<sup>3</sup>.

За характером дії гідрологічних факторів у східному районі Дніпровського лиману можливо виділити дві ділянки. Перша — це правобережні мілководдя (ст. 9, 14) —  $h = 2$  м, а друга знаходиться у більш глибоководній частині пелагіалі (ст. 10, 13) —  $h = 5$  м. У прибережних акваторіях придельтового мілководдя (ст. 9, 11, 12, 14) біомаса зоопланктону коливалась від 0,17 до 2,34 г/м<sup>3</sup>, формуючись за рахунок гіллястовусих ракоподібних: *Bosmina longirostris*, *Cercopagis pengoi* та *Chydorus sphaericus*. У пелагіалі східного району Дніпровського лиману (ст. 10, 13) біомаса зоопланктону змінювалась менше і формувалась за рахунок гіллястовусих ракоподібних з домінуванням *Podonevadne trigona ovum*. В окремих випадках її біомаса була вирішальною і становила до 85 % загальної біомаси гіллястовусих ракоподібних.

У центральному районі Дніпровського лиману по роках спостережень загальна біомаса коливалась в межах 0,56—1,34 г/м<sup>3</sup>. Найвищого розвитку зоопланктон досягав на правобережних мілководдях поблизу мису Аджигол (ст. 21) та с. Олександрівка (ст. 15), з літньою біомасою до 5,0 г/м<sup>3</sup>, переважно завдяки масовому розвитку *Podonevadne trigona ovum* та *Cercopagis pengoi*. На відкритих ділянках пелагіалі центрального району (ст. 16, 19, 22) біомаса зоопланктону завжди була нижчою, ніж на мілководдях, і не перевищувала 1,8 г/м<sup>3</sup>, при домінуванні *Podonevadne trigona ovum* та *Asplanchna priodonta*.

Біомаса планктонних безхребетних у західному районі Дніпровського лиману змінювалась від 0,34 до 1,00 г/м<sup>3</sup>, і ці граничні показники реєструвались впродовж 2001—2005 рр. У подальшому біомаса стабілізувалась на рівні 0,38—0,89 г/м<sup>3</sup>. Питома вага коловерток становила в середньому майже 30 %, що у 2006—2010 рр. було найвищим показником серед інших районів Дніпровського лиману. Найбільш масовим за чисельністю був *Brachionus calyciflorus*, за біомасою домінувала *Asplanchna priodonta*. Особливо це було характерно для основних мілководь західного району — Куцурубського (ст. 24, 27) та Покровського (ст. 26, 29).

Аналіз даних свідчить про те, що інтенсивність розвитку зоопланктону в західному районі лиману збільшується у напрямку від моря до лівобережних мілководь та правобережного Куцурубського мілководдя (ст. 26, 29, 24, 27). Відкрита центральна пелагіальна частина є в певній мірі перехідною, де якісний та кількісний розвиток зоопланктону вище, ніж у приморській частині, але менший, ніж на високопродуктивних мілководдях (ст. 16, 19, 22, 25, 28).

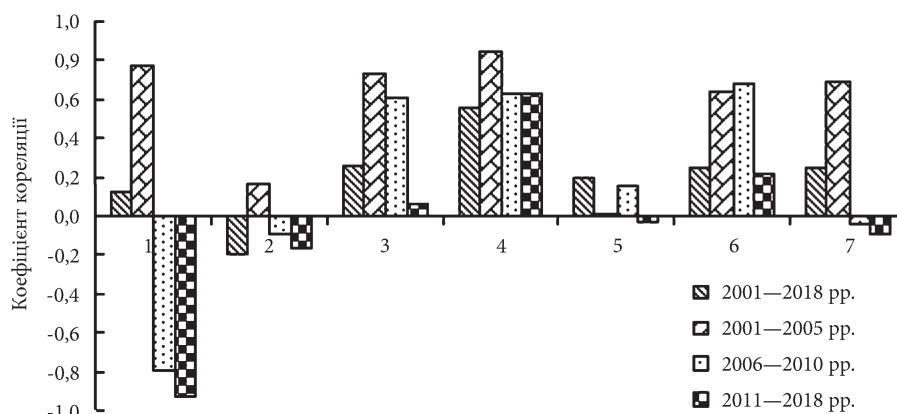
Серед досліджених акваторій найбільшою продуктивністю відрізнявся зоопланктон Бузького лиману. По рокам спостережень середня біомаса змінювалась від 0,98 до 2,22 г/м<sup>3</sup>, а її основу (до 80 %) складали цінні у кормовому відношенні гіллястовусі та веслоногі ракоподібні. На лівобережних мілководдях, наближених до гирла Південного Бугу (ст. 32—33), домінувала *Leptodora kindtii* Focke, яка є основою кормового раціону молодших вікових груп цінних промислових видів риб та масового планктофага — тюльки [25].

На відкритих ділянках та правобережному мілководді Бузького лиману (ст. 32 — 35) домінували *Podonevadne trigona ovum*, *Brachionus longirostris* та *Chydorus sphaericus*. Особливу увагу звертає на себе масовий розвиток рачка *Cercopagis pengoi*, який в літній період по акваторії Дніпровського та Бузького лиманів утворював щільні концентрації, досягаючи біомаси 86,41 г/м<sup>3</sup> [10].

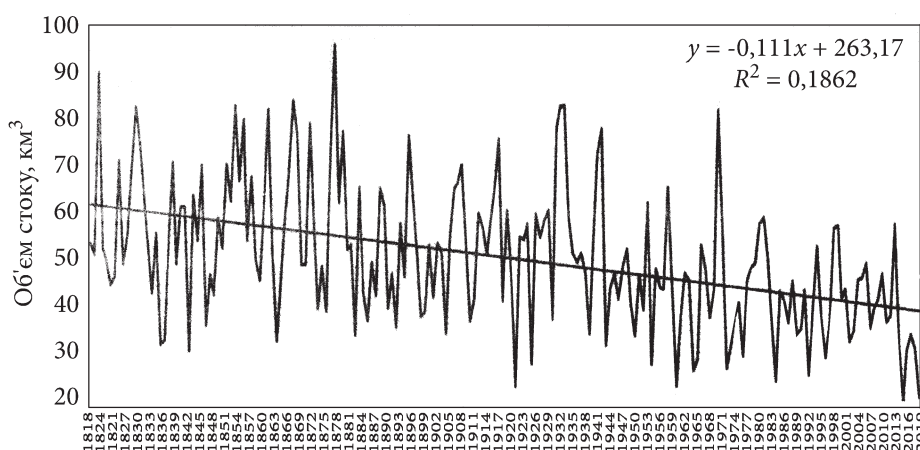
Визначено, що значний розвиток основних представників планктону відбувається до моменту, коли підвищення температури викликає масовий спалах чисельності *Cercopagis pengoi*, що, в залежності від гідрометеорологічних умов року, припадає на початок або середину червня. Церкопагіди споживають в якості кормових об'єктів бактеріопланктон, частково фітопланктон, а також всі форми дрібного мирного зоопланктону. Популяція представлена в основному партеногенетичними самками (більше 90 %). Скупчення церкопагід у товщі води займають великі площі правобережних мілководь центрального і східного районів Дніпровського лиману (ст. 14, 15). В період їхньої масової концентрації споживається значна кількість мирного зоопланктону — Rotatoria, при цьому самі вони не є кормовим об'єктом для гідробіонтів інших трофічних ланок, ймовірно, за рахунок вмісту токсину у хвостовому придатку і морфології тіла, що було припущенням при дослідженнях живлення основних промислових видів риб Дніпровського лиману [26].

Отже, західна та відкрита центральна частина Дніпровського лиману мають значні запаси літнього планктону, переважно за рахунок *Cercopagis pengoi*, що зумовлено саме на цих акваторіях браком риб-зоопланктофагів, здатних споживати даний кормовий об'єкт.

Згідно з ретроспективними даними [2], стік Дніпра об'єктивно впливає на формування гідробіологічного фону, зокрема на динаміку збільшення біомаси зоопланктону у різні по водності роки. З огляду на вищезгадане було відстежено коефіцієнт кореляції впливу об'єму стоку Дніпра [16, 27, 28] на середню за вегетаційний період біомасу зоопланктону по



**Рис. 7.** Вплив стоку Дніпра на біомасу зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми: 1 — пониззя Дніпра; 2 — східний район; 3 — центральний район; 4 — західний район; 5 — Бузький лиман; 6 — Дніпровський лиман; 7 — Дніпровсько-Бузька гирлова система

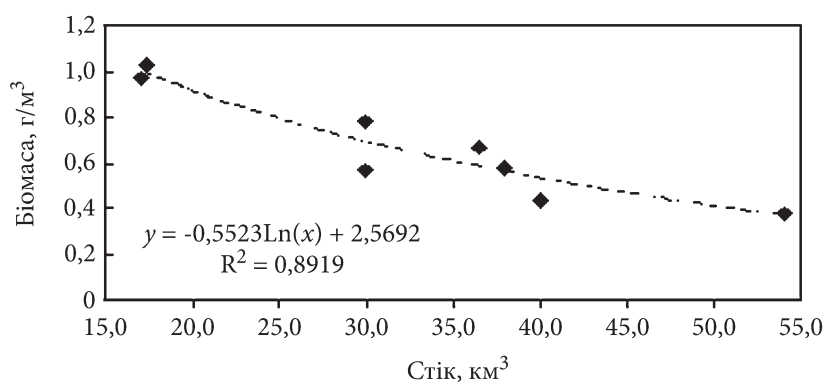


**Рис. 8.** Багаторічний розподіл річкового стоку Дніпра [6, 7, 16, 27, 28, 35]

районах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за 2001—2018 рр. (рис. 7).

Виходячи з того, що в сучасний період річковий стік Дніпра знижується (рис. 8), то, на відміну від 60—80-х рр. ХХ ст. [2], на сьогодні відсутній чітко виражений вплив об'ємів річкового стоку Дніпра на рівень розвитку зоопланктону в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі як єдиній екосистемі.

Проаналізовані багаторічні спостереження свідчать про наявність тенденції зниження об'єму річкового стоку у багаторічному циклі, що ха-



**Рис. 9.** Залежність біомаси зоопланктону від об'ємів річкового стоку у пониззі Дніпра (2001—2018 рр.)

рактирує ці зміни з переходом на маловодну фазу водності Дніпра, яке почалося на початку 40-х років минулого століття [4, 7, 16, 21].

Сумарно по акваторії коефіцієнт кореляції становить  $r = 0,25$  ( $p \geq 95\%$ ), що вказує на існування слабого корелятивного зв'язку між показниками, які порівнюються.

В окремих лиманах — складових акваторії інша ситуація. На біомасу зоопланктону у Бузькому лимані стік Дніпра впливає несуттєво ( $r = 0,01—0,20$ ), що і зумовило слабку корелятивну залежність по Дніпровсько-Бузькій гирловій системі в цілому.

У той же час, на біомасу зоопланктону у Дніпровському лимані стік Дніпра впливає більш значуще, що втілюється у збільшенні коефіцієнта кореляції —  $r = 0,64—0,68$  ( $p \geq 95\%$ ). Найбільш впливовим у цьому сенсі виявився західний район Дніпровського лиману. Рівень залежності тут досягає  $r = 0,84$  ( $p \geq 95\%$ ), що свідчить про наявність тісного зв'язку між стоком Дніпра та біомасою зоопланктону.

У пониззі Дніпра протягом 2001—2018 рр. відмічено тісну кореляційну залежність ( $r = 0,93$ ;  $p \geq 95\%$ ), що підтверджується лінією тренда з високим рівнем апроксимації (рис. 9).

Подібну ситуацію можна пояснити тим, що при збільшенні об'ємів річкового стоку відповідно знижується і кількість зоопланктону, який за течією пасивно виноситься до лиманських ділянок Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми. Причиною цього є скиди води з Каховського водосховища, які надходять з глибоководних зон, де чисельність і біомаса зоопланктону відрізняються низькими значеннями внаслідок вертикальної стратифікації розвитку. Подібні взаємозв'язки було відмічено і за фітопланктоном, що дає підстави акцентувати увагу на обґрунтованому взаємозв'язку між продуцентами і консументами першого порядку [36].

## Висновки

Встановлено, що на теперішній час просторово-видова динаміка зоопланктону у Дніпровсько-Бузькій гирловій системі є рівномірною — значення індексу вирівненості Пієлу ( $e$ ) дорівнюють 0,95—0,99. Найбільш різноманітні угруповання планктонних безхребетних притаманні пониззю Дніпра та Бузькому лиману — індекс різноманіття Шеннона — Уівера ( $H$ ) становить відповідно 1,56 та 1,57. У Дніпровському лимані різноманіття пригирлового району за індексом Шеннона — Уівера становить 1,50, приморського району — 1,55.

Інтенсивність розвитку зоопланктону Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми залежить від об'ємів річкового стоку Дніпра, який на теперішній час значною мірою визначається попусками води через Каховську ГЕС.

### Список використаної літератури

1. Арсан О.М., Давидов О.А., Дьяченко Т.М. та ін. Методи гідроекологічних досліджень поверхневих вод. Київ : ЛОГОС, 2006. 408 с.
2. Жукинский В.Н. Журавлева Л.А., Иванов А.И. и др. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема. Киев : Наук. думка, 1989. 239 с.
3. Киселев И.А. Планктон морей и континентальных водоемов. Т. 1. Ленинград : Наука, 1969. 658 с.
4. Коржов Є.І. Антропогенний вплив на екосистему пониззя Дніпра та можливі шляхи його послаблення. *Наук. праці Укр. н.-д. гідрометеорол. ін-ту*. 2015. Вип. 267. С. 102—108.
5. Коржов Є.І., Гончарова О.В. Формування режиму солоності вод Дніпровсько-Бузької гирлової області під впливом кліматичних змін у сучасний період : Actual problems of natural sciences: modern scientific discussions : Collective monograph. Riga : Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. Р. 315—330.
6. Коржов Є.І., Кутіщев П.С., Гончарова О.В., Дяченко В.В. Оцінка можливих негативних екологічних наслідків скорочення об'ємів надходження прісних вод до Дніпровсько-Бузького лиману. *Водні екосистеми та збереження їх біорізноманіття : зб. наук. праць. Житомир, 2020. С. 13—15.*
7. Коржов Е.И. Некоторые экологически значимые аспекты водного режима Нижнего Днепра: Наук. читання, присвячені Дню науки : зб. наук. праць. Херсон, 2010. Вип. 3. С. 4—9.
8. Кражан С.А., Лупачева Л.И. Естественная кормовая база водоемов и методы ее определения при интенсивном ведении рыбного хозяйства. Львов, 1991. 102 с.
9. Кутіщев П.С. Біозабруднення дніпровсько-бузької естуарної системи гіллястотувусим ракоподібним *Cercopagis pengoi*. *Водні біоресурси та аквакультура*. 2019. Вип. 1. С. 26—35.
10. Кутіщев П.С., Вітюков Ю.Є. Особливості розвитку *Cercopagis pengoi* в Дніпровсько-Бузькому лимані і зв'язок з промисловим рибальством. *Таврійський наук. вісник*. 2007. Вип. 54. С. 164—170.
11. Кутіщев П.С. Нові види безхребетних вселенців Дніпровсько-Бузької естуарної системи: наук.-практ. конф., 13—14 бер. 2018 р. Кліматичні зміни та сільське господарство. Київ, 2018. С. 329—333.
12. Кутикова Л.А. Коловратки фауны СССР. Ленинград : Наука, 1970. 744 с.
13. Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек в изменяющихся условиях среды : дис. ... докт. биол. наук. Борок, 2003. 369 с.
14. Лебедева Н.В., Дроздов Н.Н., Криволицкий Д.А. Биоразнообразие и методы его оценки : учеб. пособие. Москва : Изд-во Моск. ун-та, 1999. 95 с.



15. Мануйлова Е.Ф. Ветвистоусые рачки (Cladocera) фауны СССР. Москва; Ленинград : Наука, 1964. 327 с.
16. Матеріали моніторингу почасових даних вироблення електроенергії у створі Каховської ГЕС (архівні дані). 1970—2020 рр.
17. Монченко В.І. Щелепнороті циклопоподібні, циклопи. Київ : Наук. думка, 1974. 450 с.
18. Мордухай-Болтовской Ф.Д. Материалы по среднему весу водных беспозвоночных бассейна Дона. *Тр. проб. и темат. совещ.* Москва : Изд-во АН СССР, 1954. Вып. 11. С. 223—241.
19. Определитель пресноводных беспозвоночных европейской части СССР (планктон и бентос) / под. ред. Л.А. Крутиковой, Я.И. Старобогатова Ленинград : Гидрометеиздат, 1977. 511 с.
20. Пашкова О.В. Особливості біологічного різноманіття зоопланктону річкової частини Канівського водосховища. Біорізноманіття та роль тварин в екосистемах: Матеріали IV 41. Міжнародної наукової конференції. – Дніпропетровськ : Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту, 2007. С. 91—93.
21. Тімченко В.М., Коржов Є.І. Сучасні попуски Каховської ГЕС як фактор погіршення стану екосистеми Нижнього Дніпра : Гідрологія, гідрохімія, гідроекологія : матеріали 5-ї Всеукр. наук. конф., Чернівці, 22—24 вер. 2011 р. Чернівці : Чернівецький нац. ун-т, 2011. С. 257—259.
22. Харченко Т.А., Протасов А.А., Лященко А.В. и др. Биоразнообразие и качество среды антропогенно измененных гидроэкосистем Украины. Киев: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2005. 314 с.
23. Шевченко І.В., Коржов Є.І., Кутіщев П.С. та ін. Вплив абіотичних факторів на морфологічну варіабельність личинок *Fleuria lacustris* Kieffer, 1924 (Diptera, Chironomidae). *Гидробиол. журн.* 2020. Т. 56, № 3. С. 15—23.
24. Шерман І.М., Гейна К.М., Козій М.С. та ін. Рибництво та рибальство трансформованих річкових систем півдня України: наук. монографія. Херсон, 2017. 345 с.
25. Шерман І.М., Кутіщев П.С., Гейна К.М. Біологічні основи рибогосподарської експлуатації оселедцевих (Clupeidae) Дніпровсько-Бузької гирлової системи: наук. монографія. Херсон, 2016. 208 с.
26. Шерман І. М., Кутіщев П. С. Екологія живлення та харчові взаємовідносини промислових корошових Дніпровського лиману: наук. монографія. Херсон, 2013. 247 с.
27. Шерешевский А.И., Синицкая Л.К. Оценка влияния возможных изменений климата на водность р. Днепра. *Тр. Укр. НИГМИ.* 1998. Вып. 246. С. 86—94.
28. Швец Г.И. Многовековая изменчивость стока Днепра. Москва : Гидрометеиздат, 1979. 84 с.
29. Almeida L.R., Costa I.S., Eskinazi-Sant'Anna E.M. Composition and abundance of zooplankton community of an impacted estuarine lagoon in Northeast Brazil. *Brazilian J. of Biology*, 2012. Vol. 72 (1). P. 13—24.
30. David V., Selleslagh J., Nowaczyk A. et al. Estuarine habitats structure zooplankton communities: Implications for the pelagic trophic pathways. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, Elsevier. 2016. Vol. 179. P. 99—111.
31. Gyung Soo Park, Harold G. Marshall. Estuarine relationships between zooplankton community structure and trophic gradients. *J. of Plankton Research*. Vol. 22, Iss. 1. 2000. P. 121—136.
32. Jemi J.N. Distribution and abundance of zooplankton in estuarine regions along the northern Kerala, Southwest coast of India. *Ecologia*. 2019. Vol. 4 (2). P. 26—43.
33. Korzhov Ye.I., Averchev O.V., Bidnyna I.O. et al. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. Collective monograph: Current state, challenges and prospects for research in natural sciences. Lviv ; Toruń : Liha-Press, 2019. P. 135—154.



34. Korzhov Ye. I., Kucheriava A. M. Peculiarities of external water exchange impact on hydrochemical regime of the floodland water bodies of the lower Dnieper section. *Hydrobiol. J.* 2018. Vol. 54, N 6, P. 104—113.
35. Korzhov Ye.I., Kutishchev P.S., Honcharova O.V. Influence of water balance elements change on the salinity regime of the Dnieper-Bug estuary : Innovative development of science and education. Abstracts of the 3rd International scientific and practical conference. ISGT Publ. House. Athens, Greece, 2020. P. 225—231.
36. Kutishchev P.S., Geyna K.M., Sherman I.M., Volichenko Yu.M. Actual state of phytoplankton of the Dnieper-Bug mouth area. *Hydrobiol. J.* 2018. Vol. 54, N 5. P. 3—16.
37. Naumenko E. N. Zooplankton in different types of estuaries (using Curonian and Vistula estuaries as an example). *Inland Water Biology.* 2009. Vol. 2, N 1. P. 72—81.
38. Shannon C., Weaver W. The Mathematical theory of communication. Urbana (Illinois) : Univ. of Illinois Press, 1963. 345 p.
39. Timchenko V.M., Korzhov Y.I. , Guliyeva O.A., Batog S.V. Dynamics of environmentally significant elements of hydrological regime of the lower Dnieper section. *Ibid.* 2015. Vol. 51, N 6. P. 75—83.
40. Tris H. Wooldridge. Estuarine zooplankton community structure and dynamics. Cambridge University Press. Estuaries of South Africa. 2015. P. 141—166.

Надійшла 25.05.2021

*P.S. Kutishchev*, PhD (Biol.), Associate Prof., Head of Chair,  
Kherson State Agrarian University,  
23 Stritenska St., Kherson, 73006, Ukraine,  
e-mail: kutishev\_p@ukr.net  
ORCID 0000-0002-8875-3909

*K.M. Heina*, PhD (Biol.), Senior Researcher,  
Institute of Fisheries of the National Academy of Agrarian Sciences,  
135 Obukhivska St., Kyiv, 03164, Ukraine

*O.V. Honcharova*, PhD (Agriculture), Associate Prof.,  
Kherson State Agrarian University,  
23 Stritenska St., Kherson, 73006, Ukraine,  
e-mail: honcharova@ksau.kherson.ua  
ORCID 0000-0002-9702-7458

*Ye.I. Korzhov*, PhD (Geogr.), Senior Teacher,  
Kherson State Agrarian University,  
23 Stritenska St., Kherson, 73006, Ukraine,  
e-mail: korzhov\_e@ksau.kherson.ua  
ORCID 0000-0003-2677-5296

#### SPATIAL DISTRIBUTION OF ZOOPLANKTON IN THE DNIEPER-BUG ESTUARY SYSTEM

The paper deals with qualitative and quantitative composition of zooplankton in the Dnieper-Bug Estuary System in 2001—2018. The zooplankton structure is relatively even. The Pielou evenness indices ( $e$ ) at the sampling sites approach 1 (0,95—0,99). The highest zooplankton diversity is observed in the Lower Dnieper and the Bug Estuary. The Shannon — Weaver information diversity indices ( $H$ ) make up 1,56 and 1,57 respectively.

The registered species number demonstrate an increasing trend from the Eastern to the Western district of the Dnieper-Bug Estuary, which is confirmed by the rising Shannon — Weaver function — from 1,50 to 1,55. Zooplankton communities in the Lower Dnieper and the Bug Estuary show the lowest Sorensen's similarity ( $K$ ), which is observed for rotifers ( $K = 0,83$ ) and is caused by specific features of the Dnieper's and the Southern Bug's runoff. As regards the number of recorded species, Rotatoria and Cladocera are marked by the highest species diversity — the dominance index ( $C$ ) made up 0,756 and 0,706 respectively. A significantly lower dominance index — 0,284 — was registered for Copepoda.

Zooplankton development to a certain extent depends upon the Dnieper River runoff. For example, in the Bug Estuary the Dnieper runoff hardly affects the intensity of zooplankton development —  $r = 0,01-0,20$  ( $p \geq 95\%$ ). Quite different situation has formed in the Dnieper Estuary, where such correlation is more significant and reaches  $r = 0,68$  and  $r = -0,79$  ( $p \geq 95\%$ ) respectively.

**Keywords:** *Dnieper-Bug estuary ecosystem, zooplankton, species diversity, taxon, Cladocera, Copepoda, Rotatoria.*