

він розташований у житловому густонаселеному районі новобудов. Такі несприятливі міські умови, як, насамперед, забруднення ґрунтів, їхнє ущільнення і висушування, є головною причиною гальмування процесу розкладу, який відбувається переважно під впливом ферментативної діяльності мікроорганізмів;

– за порівняння різних видів біоценозів біологічна активність ґрунту краще проявлятиметься в тому з них, який має менше антропогенне навантаження.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Alzemeneva E. V., Mamaeva Yu. V. Identity of the urban environment. *Engineering and Construction Bulletin of the Caspian Region*. 2021. Vol. 112. P. 40–47. DOI: 10.52684/2312-3702-2021-36-2-40-47.

2. Jongman R.H.G. Ecology of the European urban environment. In: The resourceful city: management approaches to efficient cities fit to live in, T. Deelstra et al. (eds.). Proc. MAB-11 Workshop, Amsterdam. KNAW. 1991. P. 37–52.

3. Kochetkova T., Aleinikova H. Comfort of the urban environment. *Bulletin of Belgorod State Technological University named after. V. G. Shukhov*, 2019. P. 66–72. DOI: 10.34031/2071-7318-2019-4-11-66-72.

4. Мишустин Е. Н., Емцев В. Т. Микробиология. 3-е изд., перераб. и доп. Москва : Агропромиздат, 1987. 368 с.

5. Позняк С. П. Актуальні проблеми ґрунтознавства і географії ґрунтів: навч. посібник. Львів : ЛНУ імені Івана Франка, 2017. 272 с.

6. Kumara K. K. W. A. Computing the matrix powers of matrix. *International Journal of Advanced Research*. 2021. No 9. P. 681–683. DOI: 10.21474/IJAR01/12892.

7. Марченко С. А., Кожевин П. А. Функциональная реакция микробного сообщества почвы как индикатора загрязнения стойкими органическими загрязнителями. *АгроXXI*. 2008. № 7. С. 31.

УДК 543.3+556.114 (282.247.32)

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.41>

ЕКОЛОГІЧНА ОЦІНКА ЯКОСТІ ВОДИ ДНІПРОВСЬКО-БУЗЬКОЇ ЕСТУАРНОЇ ЕКОСИСТЕМИ ЗА ГІДРОХІМІЧНИМИ ПОКАЗНИКАМИ

Кутіщев П.С. – к.біол.н, доцент,

завідувач кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Коржов Є.І. – к.географ.н., старший науковий співробітник

кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Гончарова О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

Козлов Л.В. – аспірант кафедри водних біоресурсів та аквакультури,

Херсонський державний аграрно-економічний університет

У статті наведено результати сучасних досліджень, що характеризують екологічний стан води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в умовах довготривалої трансформації стоку Дніпра. Встановлено, що за еколого-санітарними та трофо-сапробіологічними

показниками вода відноситься до класу «достатньо чиста» – «помірно забруднена» залежно від району досліджень. Вміст головних іонів та мінералізація води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми свідчить про поступове осолонення. Виявлено тенденцію підвищення солоності від основного русла Дніпра до західної частини Дніпровського лиману на рівні 430,0–4040,0 мг/дм³, досягаючи в певні періоди 8709,0 мг/дм³.

На рівень підвищення мінералізації впливає скорочення витрат води у Дніпрі, які на сучасному етапі в порівнянні з минулими багаторічними даними скоротилися більш ніж у 2,5 рази, складаючи в середньому за рік 441 м³/с проти 1340 м³/с. Унаслідок перерозподілу природного стоку Дніпра та загального скорочення прісноводного стоку річок України, а також підвищення солоності води в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі суттєво знизилася загальна чисельність і, як наслідок, улови цінних прохідних, напівпрохідних і місцевих жилих видів риби. Кількісні та якісні зміни хімічних компонентів та розчинених газів у воді, концентрація біогенних елементів впродовж вегетаційного періоду є визначальними факторами формування та інтенсивності біологічних процесів на шляху від продуцентів до консументів різного трофічного рівня. Проведене нами дослідження абіотичних параметрів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в сучасний період доводять, що трансформація річкового стоку разом із антропогенним впливом призвели до погіршення гідрологічного та гідрохімічного режиму води, негативним чином вплинули не тільки на існування й умови розмноження іхтіофауни, але і на умови існування кормових гідробіонтів.

За вмістом іонів хлору, мінералізації води, амонійного азоту, нітратного і нітритного азоту, фосфору, фосфатів найбільш напруженим є Дніпровсько-Бузький лиман, трансформуючись від категорії «чисті» води до категорії «дуже брудні» води.

Ключові слова: Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема, гідрохімічний режим, біогенні елементи, мінералізація, абіотичні параметри.

Kutishchev P.S., Korzhov Ye.I., Honcharova O.V., Kozlov L.V. Ecological assessment of water quality of the Dnieper-Buh estuary ecosystem according to hydrochemical indicators

The article presents the results of modern research that characterizes the ecological state of the water of the Dnieper-Buh estuarine ecosystem in the conditions of long-term transformation of the Dnieper runoff. It was found that according to ecological and sanitary and trophosaprobiological indicators, the water belongs to the class «sufficiently clean» – «moderately polluted» depending on the study area. The content of main ions and water mineralization of the Dnieper-Bug estuarine ecosystem indicates gradual salinization, the tendency of increasing salinity from the main channel of the Dnieper to the western part of the Dnieper estuary at the level of 430,0–4040,0 mg/dm³ reaching 8709,0 mg/dm³.

The level of mineralization increase is influenced by the reduction of water consumption in the Dnieper, which at the present stage has decreased more than 2,5 times compared to previous long-term data, averaging 441 m³/s against 1340 m³/s per year. As a result of redistribution of natural runoff of the Dnieper and general reduction of freshwater runoff of rivers of Ukraine, as well as increasing salinity in the Dnieper-Buh estuarine ecosystem, the total number and as a result of catching valuable passable, semi-passable and local residential fish species has decreased significantly. Quantitative and qualitative changes in chemical components and dissolved gases in water, the concentration of nutrients during the growing season, are determining factors in the formation and intensity of biological processes on the way from producers to consumers of different trophic levels. Our studies of abiotic parameters of the Dnieper-Buh estuarine ecosystem in the modern period prove that the transformation of river runoff along with anthropogenic impact, led to the deterioration of hydrological and hydrochemical regime of water; negatively affected not only the existence and breeding conditions of ichthyofauna, but also under the conditions of existence of forage aquatic organisms.

In terms of chlorine ions, water mineralization, ammonium nitrogen, nitrate and nitrite nitrogen, phosphate phosphates, the most intense is the Dnieper-Buh estuary, changing in the category of «clean» water to «very dirty».

Key words: Dnieper-Buh estuary ecosystem, hydrochemical regime, nutrients, mineralization, abiotic parameters.

Постановка проблеми. Гідротехнічне будівництво в багатьох країнах світу задля задоволення зростаючих потреб населення, промисловості, сільського господарства на тлі позитивного впливу для соціально-економічного розвитку має негативний вплив на водні екосистеми, порушуючи їхні природні умови, якість води, біопродуктивність [21]. Зміни абіотичних і біотичних умов середовища

Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми одразу після побудови Каховської ГЕС стали важливим об'єктом досліджень і результатом багатьох наукових фундаментальних праць [3–5; 7; 14; 17; 18; 20; 25; 27–29]. Негативні зміни, які й нині продовжують відбуватися, призводять до негативних наслідків як екологічного, так і соціально-економічного спрямування, що характеризується загальним погіршенням якості води, зниженням біологічного різноманіття, скороченням рибних запасів, появою інвазивних видів [2; 8–13; 15; 16; 19; 23; 24; 26; 31–36]. Негативні зміни, обумовлені гідробудівництвом на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, спричинили ріст безповоротного водоспоживання, погіршення умов природного відтворення риб, скорочення нерестових і нагульних площ. Унаслідок зарегулювання, перерозподілу та зменшення прісноводного стоку, а також підвищення солоності води в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі суттєво знизилася загальна чисельність і, як наслідок, улови цінних прохідних, напівпрохідних і місцевих жилих видів риб [27]. Кількісні та якісні зміни хімічних компонентів та газів у воді, концентрація біогенних елементів протягом вегетаційного періоду є визначальними факторами формування та інтенсивності перебігу біологічних процесів на шляху від продуцентів до консументів різного трофічного рівня. Хімічний і газовий режими відіграють виключну роль в екологічних особливостях поширення гідробіонтів. Зміни мінералізації води значно впливають на формування видового складу гідробіонтів і ступінь видового біологічного різноманіття [23].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема – це гіперекосистема, яка складається з Дніпровсько-Бузької гирлової області, що тягнеться від греблі Каховської ГЕС і гирла р. Південний Буг до Кінбурнської протоки, яка з'єднує Дніпровсько-Бузький лиман з Чорним морем і включає в себе об'єднані приморські райони двох річок (Дніпра й Південного Бугу). Приморський район Дніпра складається з пригирлової та гирлової (дельта) ділянок. Пригирлова ділянка (понижся Дніпра) розташована між греблею Каховської ГЕС та м. Херсон. Гирлова ділянка Дніпра являє собою розвинену дельту, яка ділиться на великі та малі рукава й численні протоки. До найбільших рукавів, якими Дніпро впадає в Дніпровсько-Бузький лиман, відносяться Рвач, Бакай і Конка. Дніпровсько-Бузький естуарій є гирловим узмор'ям Дніпра [3]. В умовах трансформованого стоку Дніпра основні фактори, які формують загальний екологічний стан Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, залежать від режиму роботи каскаду водосховищ, згінно-нагінних явищ, підтоку ґрунтових вод у певні гідрологічні фази, гідрометеорологічних умов, а також ступеню антропогенного навантаження на екосистему [23].

Стік Дніпра формується на 94% від загального притоку та величини річкових вод, гідрофізичних процесів у приморській ділянці річки, Дніпровському та Бузькому лиманах [3]. Стік Південного Бугу незначний і знаходиться протягом багатьох десятиліть майже на одному рівні – 2,6 км³/рік, коливаючись при цьому від 1,04 км³/рік у 1915 році до найбільшої зафіксованої позначки – 6,26 км³/рік у 1980 році [1]. Останні дослідження абіотичних параметрів Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми свідчать про те, що трансформація річкового стоку разом із антропогенним впливом призвели до погіршення гідрологічного та гідрохімічного режиму води, негативним чином вплинули не тільки на існування й умови розмноження іхтіофауни, але і на умови існування кормових гідробіонтів [15; 16; 23; 29].

Зважаючи на прискорений характер деструкційних процесів, важливим питанням є визначення сучасного екологічного стану водного середовища як умови помешкання іхтіофауни задля розробки стратегії раціонального ведення рибного господарства в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі.

Постановка завдання. Мета роботи – визначення якості водного середовища та оцінювання екологічного стану поверхневих вод Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми за гідрохімічними параметрами, а саме за критерієм мінералізації, забрудненням компонентами сольового складу, еколого-санітарними критеріями. Завданнями дослідження є становити сучасний гідрохімічний режим, склад головних іонів та мінералізації в поверхневих горизонтах води впродовж вегетаційного періоду (весна-осінь), склад біогенних елементів у різних районах.

Відбір фізико-хімічних проб здійснювали протягом вегетаційного періоду 2017–2020 рр. на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми з різних горизонтів товщі води, в глибинних частинах, включаючи вертикальний відбір на фарватері в низці створів спостережень і з поверхні води в прибережних ділянках. Хімічний аналіз проб води виконувався за атестованими методиками в гідрохімічній лабораторії Херсонського державного аграрно-економічного університету та в польових умовах на судні задля оперативного визначення кисню, рівня рН, температури за допомогою портативного мультимонітору AZ86031 (оксиметр, рН-метр, кондуктометр) і багатопараметричного фотометра Palintest 7100. У пробах води визначалися параметри та інгредієнти, що характеризують загальні хімічні властивості природних вод: розчинений кисень – $\text{мг}/\text{O}_2 \text{ дм}^3$, концентрація головних іонів та мінералізація води: HCO_3^- , $\text{мг}/\text{дм}^3$; Cl^- , $\text{мг}/\text{дм}^3$; SO_4^{2-} , $\text{мг}/\text{дм}^3$; загальна жорсткість, $\text{мг-екв.}/\text{дм}^3$; Σ^- , $\text{мг}/\text{дм}^3$; склад біогенних елементів – NO_2^- , $\text{мгN}/\text{дм}^3$; NO_3^- , $\text{мгN}/\text{дм}^3$; NH_4^+ , $\text{мгN}/\text{дм}^3$; PO_4^{3-} , $\text{мгP}/\text{дм}^3$; опосередковано вміст органічної речовини: перманганатне окислення – ПО; біохімічне споживання кисню – БСК₅, $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; окислюваність – $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; сірководень – $\text{мг}/\text{дм}^3$. Відбір проб води проводили на акваторії Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми протягом вегетаційного періоду (весна, літо, осінь) за сіткою станцій. Для визначення станціями горизонтів відбору проб за районами досліджень був використаний принцип районування, запропонований раніше [4] (рис. 1).

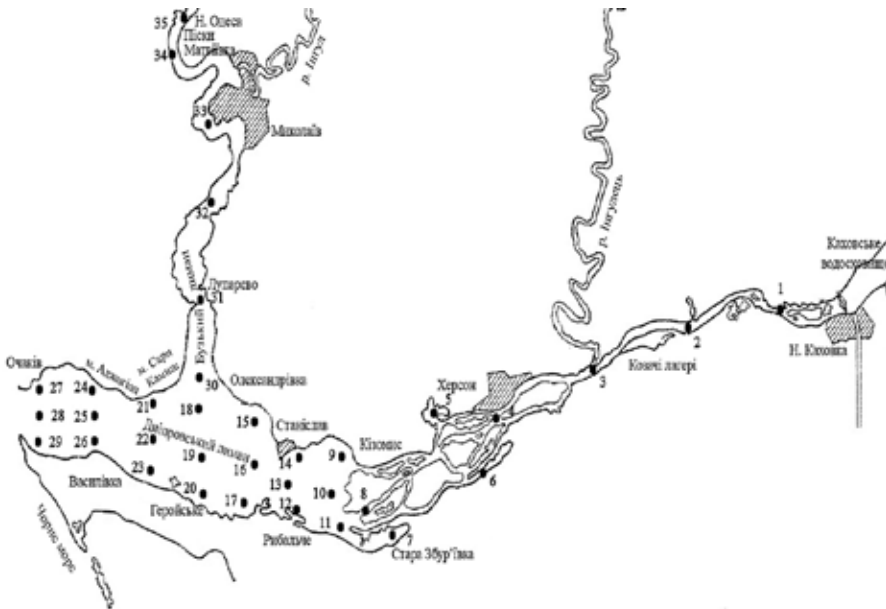


Рис. 1. Карта-схема станцій відбору гідрохімічних проб [4]

Виклад основного матеріалу. Внаслідок довготривалої експлуатації Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми в умовах трансформації стоку Дніпра сучасний фізико-хімічний режим його поверхневих вод практично сформований і достатньо стабільний. Вода пониззя Дніпра і Дніпровсько-Бузького лиману має лужну реакцію, значення рН знаходяться в межах 7,4-8,7. Вміст розчиненого кисню у воді характеризується середнім рівнем концентрації за всю акваторію Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, коливаючись протягом вегетаційного періоду від 4,8 до 7,5 мгО₂/дм³ (табл. 1).

Таблиця 1

Хімічні показники і газовий режим

Станції спостережень	Період вегетаційного сезону	Розчинений кисень, мгО ₂ /дм ³	Сірководень, Н ₂ S, мг/дм ³	Водневий показник, рН	Біохімічне споживання кисню-5, мгО/дм ³	Окисність перманганатна, мгО/дм ³	
Основне русло Дніпра	Весна	7,5	0,07	7,8	2,9	8,3	
	Літо	6,5	0,15	8,33	3,8	11,0	
	Осінь	5,8	0,09	8,54	2,7	7,0	
Рукав Рвач	Весна	6,5	0,11	8,09	2,2	8,5	
	Літо	5,6	0,28	7,88	2,8	10,6	
	Осінь	7,1	0,01	8,72	3,2	8,1	
Дніпровсько-Бузький лиман	Східний р-н	Весна	7,2	0,26	8,12	3,0	8,2
		Літо	7,1	0,18	7,66	3,2	12,3
		Осінь	6,9	0,00	8,53	2,9	8,8
	Центральний р-н	Весна	6,8	0,15	8,4	1,9	8,5
		Літо	6,2	0,36	8,1	2,9	12,5
		Осінь	7,5	0,00	8,49	2,8	8,3
	Західний р-н	Весна	5,5	0,62	8,7	1,5	8,4
		Літо	4,8	1,05	7,83	2,2	12,3
		Осінь	6,1	0,00	7,4	2,0	9,0
	Бузький лиман	Весна	6,3	0,04	8,31	2,5	9,5
		Літо	5,5	0,57	7,37	2,6	13,0
		Осінь	4,8	0,24	8,4	1,9	8,95

Кисневий режим пониззя Дніпра має тенденцію до зниження концентрації розчиненого кисню протягом вегетаційного періоду від весни до осені.

Весною концентрація розчиненого кисню у воді складала 7,5 мгО₂/дм³, влітку – 5,8 мгО₂/дм³. Нижче головного стоку Дніпра, в гирловій ділянці рукава Рвач, тенденція схожа, але показники розчиненого кисню протягом вегетаційного періоду мали більші коливання і змінювалися від весни до осені з 6,5 (у весняний період) до 5,6–7,1 мгО₂/дм³ (у літньо-осінній період).

Характер кисневого режиму змінюється у східній частині Дніпровського лиману, що характеризується майже рівномірними показниками концентрації розчиненого кисню протягом вегетаційного періоду на рівні 6,9–7,2 мгО₂/дм³.

Рівень концентрації кисню в центральному районі Дніпровського лиману протягом вегетаційного періоду має більш динамічні зміни, характерні для пониззя Дніпра, коливаючись відповідно від 6,2 до 7,5 мгО₂/дм³. У весняний період концентрація розчиненого кисню становила 6,8 мгО₂/дм³, влітку – 6,2, восени – 7,0 мгО₂/дм³. Західний район виявився найбільш нестабільним за рівнем зміни кисневих показників води від весни до осені, що пов'язано з перемішуванням водних мас Дніпровського та Бузького лиманів на тлі впливу морської води Чорного моря, сгінно-нагіних явищ і пануючих вітрів в осінній період [3]. Навесні середньомісячний показник вмісту розчиненого кисню у воді становив 5,5 мгО₂/дм³, влітку – 4,84, а восени показник збільшувався до 6,1 мгО₂/дм³. Серед інших досліджуваних районів найбільш несприятливим за рівнем концентрації розчиненого кисню виявився західний район Дніпровського лиману та Бузький лиман. Рівень розчиненого кисню має тенденцію до скорочення від весни до осені; відповідно у весняний період цей показник складав – 6,3 мгО₂/дм³, влітку – 5,5 мгО₂/дм³, восени відмічено мінімальне значення – 4,8 мгО₂/дм³.

Вміст розчиненого сірководню (H₂S) за весь період дослідження значно коливався від 0,0 до 1,05 мг/дм³. У пониззі Дніпра сірководень у воді серед інших досліджуваних районів був на низькому рівні. Навесні концентрація H₂S становила 0,07 мг/дм³, влітку відмічені максимальні значення – 0,15 мг/дм³, а восени H₂S зменшується майже до первинного весняного рівня – 0,09 мг/дм³. Таким чином, за рівнем концентрації сірководню у воді основне русло Дніпра характеризується найбільш низькими показниками концентрації сірководню в динаміці протягом вегетаційного періоду. Натомість гирлова частина Дніпровського лиману в районі рукава Рвач характеризується підвищеним вмістом сірководню в літній період – 0,28 мг/дм³. На тлі низької концентрації кисню в цей період на рівні 5,6 мгО₂/дм³ періодично виникають заморні явища. В центральному районі в літній період також відмічені високі концентрації сірководню на рівні 0,36 мг/дм³, збільшуючись в напрямку до західного району – 1,05 мг/дм³. Окрім продукційно-деструкційних процесів, багатолітнього накопичення відмерлої органічної речовини на дні водойми, формування придонного анаеробного шару, на підвищений рівень сірководню в західній і центральній частині Дніпровського лиману в літній період впливає морська вода Чорного моря, яка разом із солоними язиками в період згінно-нагонних явищ простягається практично до гирлових ділянок Дніпровського лиману. В північно-західній частині Чорного моря спостерігається погіршення екологічного стану, що супроводжується значним забрудненням морських вод, бурхливим розвитком евтрофікаційних процесів, широкомасштабними явищами гіпоксії, появою сірководневих зон, які на фоні критичних рівнів вмісту кисню у воді супроводжуються заморними явищами [6].

Бузький лиман у системі Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми є несприятливим районом за концентрацією розчинених газів для різних гідрологічних періодів. Рівень H₂S у середньому за літній період становив 0,57 мг/дм³, знижуючись восени до 0,24 мг/дм³ на фоні низьких значень кисню до межі 4,8–5,5 мгО₂/дм³. Найважливішими показниками якості води, пов'язаними із забрудненням органічними речовинами, є ХПК, перманганатна окисненість (ПО) та біохімічне споживання кисню (БСК5). Окисненість характеризує рівень вмісту у воді органічних і мінеральних речовин. Склад органічної речовини в Дніпровсько-Бузькій гирловій області формується під дією багатьох факторів, основними з яких є: біохімічні продукційно-деструкційні процеси та їхні трансформації; перемішування води заплавних систем, основного русла Дніпра, Дніпровського лиману,

Бузького лиману та морської води північно-західної частини Чорного моря; надходження поверхневих стоків, атмосферних опадів, промислово-побутових стічних вод; співвідношення у воді легко- та важко окислювальних речовин.

Отримані результати свідчать, що вода в Дніпровсько-Бузькій естуарній екосистемі за еколого-санітарними (трофо-сапробіологічними) та за визначеними показниками відноситься до класу «достатньо чиста» – «помірно забруднена» залежно від району дослідження (табл. 2).

Таблиця 2

Еколого-сапробіологічні показники якості води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (за Романенко В.Д., Жукинський В.М., Оксіюк О.П.) [22]

ПО, мгО/дм ³	БСК, мгО/дм ³	Водневий показник, РН
<i>Основне русло Дніпра</i>		
8,8	3,1	8,2
III – Слабко забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Слабко забруднена
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Рукав Рвач</i>		
9,1	3,1	8,2
III – Слабко забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Слабко забруднена
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Східний район</i>		
9,8	2,7	8,1
III – Слабко забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Досить чиста
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Центральний район</i>		
9,8	2,5	8,3
III – Слабко забруднена	IV – Помірно Забруднена	III – Слабко забруднена
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Західний район</i>		
9,9	1,9	8,0
III – Слабко забруднена	III – Слабко забруднена	III – Досить чиста
β-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна
<i>Бузький лиман</i>		
10,5	2,3	8,0
IV – Помірно забруднена	IV – Помірно забруднена	III – Досить чиста
α-Мезосапробна	α-Мезосапробна	β-Мезосапробна

За рівнем перманганатної окисненості всі райони Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми відносяться до класу якості води III – слабо забруднена (β-мезосапробна), окрім Бузького лиману. Показник перманганатної окисненості в цьому районі найвищий – 10,5 мгО/дм³. Показник біохімічного споживання кисню за класом забруднення характеризується як IV – помірно забруднена (α-мезосапробна), крім західного району, де показник БСК був найнижчим – 1,9 мгО/дм³, який відноситься до класу якості води III – слабо забруднена (β-мезосапробна). Водневий показник за всіма районами Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми коливався від 8,0 до 8,3. Найчистішим за рівнем рН виявився Бузький лиман, а також східний і західний райони Дніпровського лиману – 8,0 (III – досить чиста).

Унаслідок проведених досліджень виявлена закономірність збільшення мінералізації води від основного русла Дніпра до західної частини Дніпровського лиману, що відповідає характеру мінералізації води, встановленому попередніми дослідженнями, та зумовлена переважно впливом морської води зі сторони північно-західної частини Чорного моря та скороченням рівня річкового стоку [3; 7; 23; 34]. Середній сезонний показник мінералізації води в основному руслі Дніпра склав $430,0 \text{ мг/дм}^3$, у рукаві Рвач – $740,0 \text{ мг/дм}^3$. У східному районі Дніпровського лиману мінералізація води різко збільшується до середнього сезонного показника – $1702,0 \text{ мг/дм}^3$, в центральному районі коливання становили від $1465,0$ до $4287,0 \text{ мг/дм}^3$, складаючи в середньому протягом вегетаційного періоду показник $2897,0 \text{ мг/дм}^3$. Найбільші коливання солоності відзначено в західному районі лиману – від $1088,0$ до $8709,0 \text{ мг/дм}^3$, середній сезонний показник при цьому склав $4040,0 \text{ мг/дм}^3$ (рис. 2).

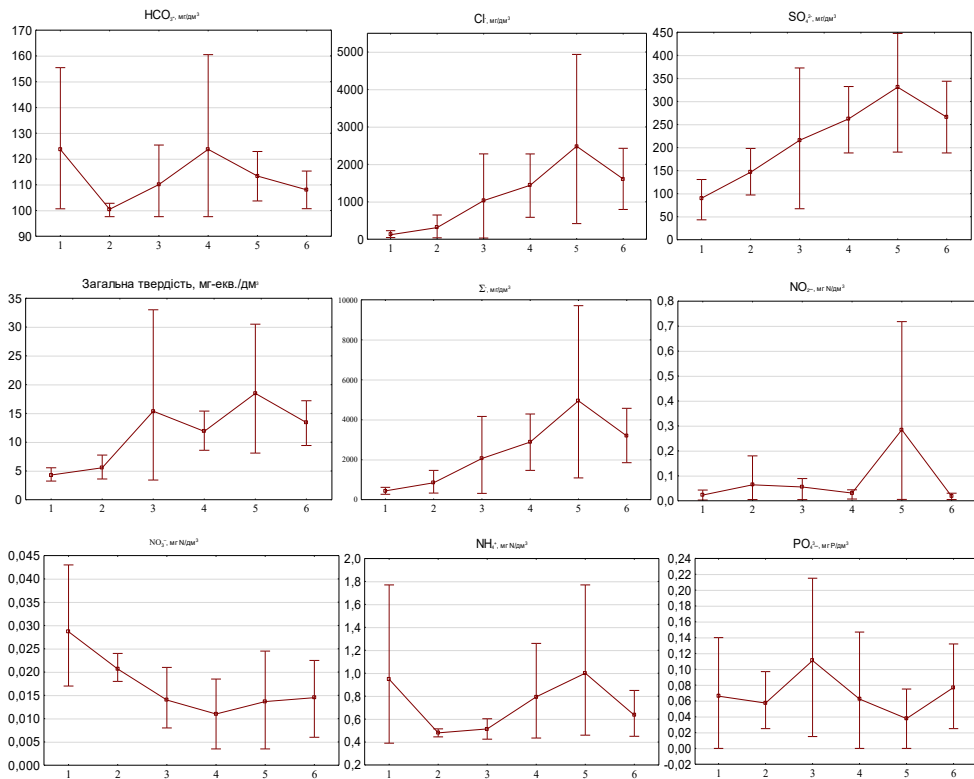


Рис. 2. Вміст головних іонів та мінералізація води Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми: 1 – основне русло Дніпра, 2 – рукав Рвач, 3 – Східний р-н, 4 – Центральний р-н, 5 – Західний р-н, Бузький лиман

Унаслідок повільної течії прісної води в основному руслі Дніпра формується природна протитечія морської води в придонних шарах води, яка доходить до гирлових ділянок Дніпровського лиману. Комплекс сучасних факторів впливу значним чином впливатиме на тенденцію підвищення мінералізації води, скорочуючи межу прісної Дніпровської води під тиском морської води північно-західної частини Чорного моря.

Концентрація нітритного азоту (NO_3^-) зменшується від основного русла Дніпра в бік західної частини Дніпровського лиману від 0,026 до 0,013 мг N/дм³, що пояснюється збільшенням солоності в цьому напрямку. Середня сезонна концентрація амонійного азоту (NH_4^+) в різних районах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми становила від 0,48 до 0,77 мг N/дм³. Найбільша концентрація відмічена в західному районі Дніпровського лиману – 0,77 мг N/дм³. Характерною особливістю є широкий діапазон коливань амонійного азоту протягом вегетаційного періоду в основному руслі Дніпра, в центральному та західному районі лиману. Вміст розчиненого у воді мінерального фосфору (PO_4^{3-}) протягом вегетаційного періоду змінювався в широких межах – від 0,0 до 0,215 мг P/дм³, коливаючись за середніми сезонними показниками за районами від 0,038 до 0,103 мг P/дм³. Високі концентрації середнього сезонного показника мінерального фосфору відмічено у східній частині Дніпровського лиману на рівні 0,103 мг P/дм³, що пов'язано з високим рівнем деструкційних процесів унаслідок річкового стоку і стічних вод підприємств та населених пунктів.

Окрім сгінно-нагонних явищ і впливу морської води, на підвищення мінералізації істотним чином впливає сучасний низький рівень попусків прісної води з Каховської ГЕС на рівні 243–642 м³/с (рис. 3). Наведені багаторічні дані останнього десятиріччя порівняно з багатолітніми показниками річкового стоку протягом 1986–2013 рр. наочно свідчать про суттєве скорочення річкового стоку більше ніж у 2 рази.

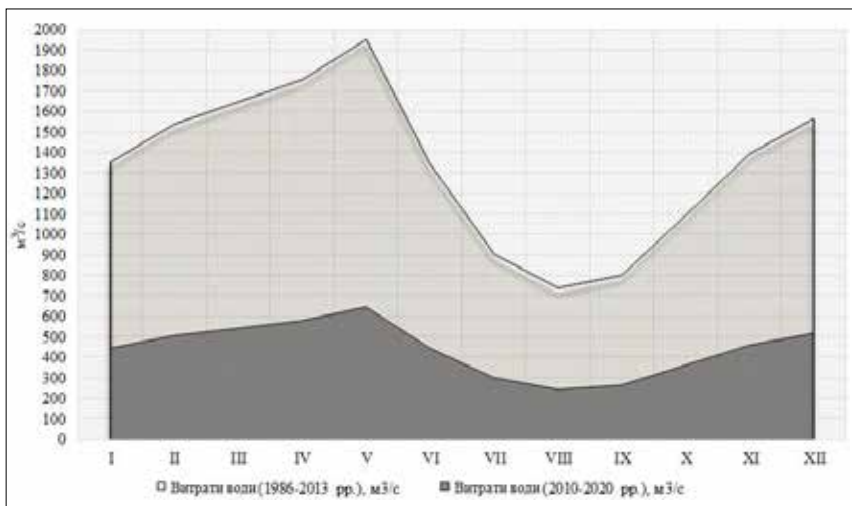


Рис. 3. Середні багаторічні показники витрат води

Найвиразнішим показником є рівень річкового стоку протягом року, який за останнє десятиріччя суттєво скоротився на фоні об'ємів стоку за багаторічний період минулих років. Піковий показник річкового стоку останнього десятиріччя (2010–2020 рр.) склав 642 м³/с проти 1951 м³/с у минулі роки (1986–2013 рр.). Мінімальний показник зафіксовано в літній період у серпні місяці на рівні 343 м³/с проти мінімальних 738 м³/с середніх значень за багаторічний період до 2013 року.

Унаслідок проведених досліджень концентрації мінералізації води та основних біогенних елементів у поверхневих горизонтах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми встановлено, що за екологічним станом напруженим слід вважати

Дніпровсько-Бузький лиман за вмістом іонів хлору, мінералізацією води, вмістом амонійного азоту, нітратного і нітритного азоту, вмістом фосфору фосфатів, змінюючись із категорії «чисті» води до категорії «дуже брудні».

З огляду на визначення впливу величини тих чи інших хімічних елементів у воді доцільним є аналіз рівня їхніх кореляційних зв'язків в умовах Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми (табл. 3).

Таблиця 3

Ступінь кореляційної залежності гідрохімічних показників Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми

Показники	HCO_3^- , мг/дм ³	Cl ⁻ , мг/дм ³	SO_4^{2-} , мг/дм ³	Заг. тв., мг-екв./дм ³	Σ^- , мг/дм ³	NO_2^- , мг N/дм ³	NO_3^- , мг N/дм ³	NH_4^+ , мг N/дм ³	PO_4^{3-} , мг P/дм ³
HCO_3^- , мг/дм ³	1,00	0,33	0,26	0,28	0,33	0,37	-0,01	0,93	-0,32
Cl ⁻ , мг/дм ³	0,33	1,00	0,99	0,99	1,00	0,59	-0,79	0,59	-0,25
SO_4^{2-} , мг/дм ³	0,26	0,99	1,00	0,99	0,99	0,68	-0,83	0,55	-0,24
Заг. тв., мг-екв./дм ³	0,28	0,99	0,99	1,00	0,99	0,66	-0,80	0,56	-0,14
Σ^- , мг/дм ³	0,33	1,00	0,99	0,99	1,00	0,60	-0,79	0,59	-0,25
NO_2^- , мг N/дм ³	0,37	0,59	0,68	0,66	0,60	1,00	-0,55	0,66	0,01
NO_3^- , мг N/дм ³	-0,01	-0,79	-0,83	-0,80	-0,79	-0,55	1,00	-0,25	-0,05
NH_4^+ , мг N/дм ³	0,93	0,59	0,55	0,56	0,59	0,66	-0,25	1,00	-0,36
PO_4^{3-} , мг P/дм ³	-0,32	-0,25	-0,24	-0,14	-0,25	0,01	-0,05	-0,36	1,00

Рівень кореляційних залежностей гідрохімічних показників виявлений за такими показниками: гідрокарбонат кальцію (HCO_3^-) має кореляційний вплив на амонійний азот (NH_4^+) – 0,93; концентрація іонів хлору (Cl^-) високо корелює з вмістом сульфатів, загальною твердістю і загальною мінералізацією води (Σ^-) на рівні 0,99-1,00; амонійний азот (NH_4^+) має кореляційний зв'язок із вмістом гідрокарбонату кальцію (HCO_3^-) на рівні 0,93; зворотна кореляційна залежність відзначена між рівнем нітратного азоту (NO_3^-) і сульфатами (SO_4^{2-}).

Висновки і перспективи подальших досліджень. Екологічна та фізіологічна роль у житті гідробіонтів різних трофічних рівнів значним чином залежить від режиму хімічних елементів у воді. Негативні процеси, які продовжують відбуватися, мають сталий характер за рівнем органічного забруднення і підвищення загальної солоності Дніпровсько-Бузької естуарної екосистеми, що, в свою чергу, призводить до прискореної евтрофікації. Окрім екологічної деградації, у сформованих умовах опинилися продуценти і консументи різних трофічних рівнів, що відобразилося на загальній біологічній продуктивності, зменшенні видового різноманіття, трофічного статусу або повного зникнення на фоні появи чужорідних інвазивних видів. У сформованих умовах тривалої трансформації Дніпровсько-Бузька естуарна екосистема відноситься до високопродуктивних водойм,

має значні надлишкові маси органічної речовини та високий біопродукційний потенціал за рівнем розвитку кормової бази, яка не використовується повністю за відсутності достатньої кількості ефективних споживачів. В якості заходу, який суттєвим чином може стримати процес евтрофікації, пропонується щорічна інтродукція достатньої кількості ефективних споживачів за рахунок риб-біомеліораторів – білого і строкатого товстолобиків, білого амуру, коропа відповідно до визначення рівня запасів кормових гідробіонтів із застосуванням ресурсозберігаючої технології.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ:

1. Безсонов Є.М. Визначення рівня екологічної безпеки регіону методом токсико-енергетичного відгуку біотичних компонентів водних екосистем : автореф. дис... канд. техн. наук : 21.06.01. Львів, 2018. 20 с.
2. Білик Г.В., Коржов Є.І. Огляд основних аспектів впливу кліматичних змін на сучасний стан іхтіофауни Дніпровсько-Бузької гирлової області. *Наукові читання, присвячені Дню науки. Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 12. Збірник наукових праць. Херсон, 2019. С. 3–10.
3. Гейна К.М., Кутіщев П.С., Шерман І.М. Екологічна трансформація Дніпровсько-Бузької гирлової системи та перспективи рибогосподарської експлуатації : монографія. Херсон, 2015. 300 с.
4. Жукинський В.Н., Журавлева Л.А., Иванов А.И. и др. Днепровско-Бугская эстуарная экосистема : Київ : Наукова думка, 1989. 239 с.
5. Жукинський В.Н. Устьевые области рек и лиманы северо-западного Причерноморья : Природа Украинской ССР. Моря и внутренние воды. Киев : Наукова думка, 1987. 224 с.
6. Звіт про НДР «Оцінка стану екосистем Чорного та Азовського морів у 2017 році». 2017 р. 63 с.
7. 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* : колективна монографія. Riga : Izdevniecība «Baltija Publishing», 2020. P. 315–330.
8. Коржов Є. І. Антропогенний вплив на екосистему пониззя Дніпра та можливі шляхи його послаблення : наукові праці Українського науково-дослідного гідрометеорологічного інституту. Вип. 267. Київ : Ніка-Центр, 2015. С. 102–108.
9. Коржов Є.І., Жежеря В.А., Дубняк С.С. До питання змін кисневого режиму водних мас руслової мережі пониззя Дніпра під час згідно нагінних явищ : наукові читання, присвячені Дню науки. *Екологічні дослідження Дніпровсько-Бузького регіону*. Вип. 11. Збірник наукових праць. Херсон, 2018. С. 7–12.
10. 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* : збірник наукових праць. Житомир : ПНУ, 2020. С. 13–15.
11. Коржов Є.І., Кучерява А.М. Вплив інтенсивності водообмінних процесів на окремі елементи гідрохімічного режиму водойм пониззя Дніпра. *Сучасна гідроєкологія: місце наукових досліджень у вирішенні актуальних проблем* : збірник матеріалів ІV наук.-практ. конф. для молодих вчених, присвяченої 100-річчю Національної академії наук України. Київ, 2017. С. 35–37.
12. Коржов Е.И. Влияние климатических изменений на территории Украины на термический и ледовый режимы устьевое участка Днепра. *Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность* : сборник трудов VII междунар. науч. конф. молодых ученых и талантливых студентов ФГБУН ИВПРАН, 11–13 декабря 2013 г. Москва : ИВП РАН, 2013. С. 51–54.

13. Коржов Е.И. Некоторые экологически значимые аспекты водного режима Нижнего Днепра. *Наукові читання присвячені Дню науки. Вип. 3* : збірник наукових праць. Херсон : ІП Вишемирський В.С., 2010. С. 4–9.
14. Костяницын М.Н. Гидрология устьевой области Днепра и Южного Буга. М. : Гидрометеиздат, 1964. 336 с.
15. Кутішев П.С., Вітюков Ю.Є. Особливості розвитку *Cercopagis pengoi* в Дніпровсько-Бузькому лимані і зв'язок з промисловим рибальством. *Таврійський науковий вісник*. 2007. Вип. 54. С. 164–170.
16. Кутішев П.С. Нові види безхребетних вселенців Дніпровсько-Бузької естуарної системи : матеріали наук.-практ. конф. *Кліматичні зміни та сільське господарство* (м. Київ, 13-14 березня 2018 р.) Київ, 2018. С. 329–333.
17. Межжерин С.В., Верлатый Д.Б. Проходные и пресноводные рыбы Нижнеднепровской эстуарной системы в начале XXI ст. Киев : 2018. 90 с.
18. Коржов Є.І. Науково-практичні рекомендації щодо покращення стану водних екосистем гирлової ділянки Дніпра шляхом регулювання їх зовнішнього водообміну. Херсон, 2018. 52 с.
19. Овечко С.В., Коржов Є.І., Гільман В.Л. Науково-практичні рекомендації щодо покращення екологічного стану слабопроточних водойм пониззя Дніпра. Херсон, 2015. 28 с.
20. Павлов П.И. Современное состояние запасов промысловых рыб нижнего Днепра и Днепро-Бугского лимана и их охрана : рукопись деп. ВИНТИ, № 27-64 деп. Київ, 1964. 298 с.
21. Романенко В.Д., Окснюк О.П., Жукинський В.Н. и др. Экологическая оценка воздействия гидротехнического строительства на водные объекты. Київ : Наук. думка, 1990. 256 с.
22. Романенко В.Д., Жукинський В.М., Окснюк О.П. Методика екологічної оцінки якості поверхневих вод за відповідними категоріями. Київ : Символ-Т, 1998. 28 с.
23. Щербак В.І., Шерман І.М., Кутішев П.С., Морозова А.О., Семенюк Н.Є., Луценко Д.А. Сучасний екологічний стан і біорізноманіття Дніпровсько-Бузької естуарної системи у зв'язку з промисловою іхтіофауною : наукова монографія. Херсон. ФОП Вишемирський В.С., 2020. 200 с.
24. Тімченко В.М., Карпова Г.О., Гуляева О.О., Коржов Є.І. та ін. Прогноз впливу можливої реконструкції Каховської ГЕС на екосистеми пониззя Дніпра та Каховського водосховища. *Наукові записки Тернопільського національного педагогічного університету: Серія «Біологія»*. 2015. № 3-4 (64). С.665–668.
25. Швец Г.И. Многовековая изменчивость стока Днепра. Москва : Гидрометеиздат, 1979. 84 с.
26. Шевченко І.В., Коржов Є.І., Кутішев П.С., Гончарова О.В., Шевченко В.Ю. Вплив абіотичних факторів на морфологічну варіабельність личинок *Fleuria lacustris* Kieffer, 1924 (Diptera, Chironomidae). *Гидробиологічний журнал*. 2020. Т. 56, №3 (333). С. 15–23.
27. Шерман І.М., Гейна К.М., Козій М.С., Кутішев П.С., Воліченко Ю.М. Рибництво та рибальство трансформованих річкових систем півдня України : наукова монографія. Херсон : Грінь Д.С., 2017. 345 с.
28. Шерман І.М., Кутішев П.С., Гейна К.М. Біологічні основи рибогосподарської експлуатації оселедцевих (*Clupeidae*) Дніпровсько-Бузької гирлової системи : наукова монографія. Херсон : Грінь, 2016. 208 с.
29. Шерман І.М., Кутішев П.С. Екологія живлення та харчові взаємовідносини промислових корошових Дніпровського лиману : наукова монографія. Херсон : Грінь, 2013. 247 с.
30. Шерман И.М. Ресурсосберегающая технология производства товарной рыбы в малых водохранилищах. *Ресурсосберегающая технология выращивания рыб* : матер. совещ. Стара Загора (НРБ), 1989. 33 с.

31. Korzhov Ye. Analysis of possible negative environmental and socio-economic consequences of freshwater drain reduction to the Dnieper-Bug mouth region. Perspectives of world science and education. Abstracts of the 8th International scientific and practical conference. CPN Publishing Group. Osaka, Japan, 2020. P. 84–90.

32. Korzhov Ye. I. Ecohydrological investigation of plain river section in the area of small hydroelectric power station influence. *Current state, challenges and prospects for research in natural sciences: collective monograph* / O.V. Averchev, I.O. Bidnyna, O.I. Bondar, L.V. Boyarkina etc. Lviv-Toruń: Liha-Pres, 2019. P. 135–154.

33. 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. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). 2018. Vol. 54, Issue 6. P. 104–113.

34. 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 Publishing House. Athens, Greece, 2020. P. 225–231.

35. Shevchenko I.V., Korzhov Ye.I., Kutishchev P.S., Honcharova O.V., Shevchenko V.Yu. Effect of Abiotic Factors upon Morphological Variability of *Fleuria lacustris* Larvae (*Diptera, Chironomidae*). *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). 2020. Vol. 56, Issue 5. P. 15–22.

36. 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. *Hydrobiological Journal*. Begell House (United States). 2015. Vol. 51, Issue 6. P. 75–83.

УДК 504.4.062.2

DOI <https://doi.org/10.32851/2226-0099.2021.120.42>

ВІТЧИЗНЯНИЙ ТА МІЖНАРОДНИЙ ДОСВІД ВЕДЕННЯ ПЛАТНОГО ВОДОКОРИСТУВАННЯ У СІЛЬСЬКОМУ ГОСПОДАРСТВІ

Нікітіна О.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Балабак А.В. – к.с.-г.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Щетина М.А. – к.екоп.н., доцент кафедри екології та безпеки життєдіяльності,
Уманський національний університет садівництва

Стаття висвітлює актуальну проблему сьогодення в Україні, пов'язану з використанням водних ресурсів. Також проведено аналіз вітчизняного і зарубіжного досвіду ведення платного водокористування у сільському господарстві з метою раціоналізації й оптимізації використання водних та земельних ресурсів.

У статті розглянуто основні чинники, що визначають еколого-економічну ефективність використання водних ресурсів у зрошувальному землеробстві. Установлено, що меліоративному комплексу України на сучасному етапі її розвитку притаманні високі рівні ресурсоемності виробництва і значний ступінь антропогенного тиску на довкілля, що зумовлено впливом низки чинників, серед яких: високий ступінь зношеності основних виробничих фондів меліоративного призначення; застосування морально застарілих
